This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LIBRARY

OF THE

Ordnance Office,

U. S. ARMY,

WASHINGTON, D. C.

Executive Building, Cor. 17th and F Sts.

ROOM. | CASE. | SHELF. | NO.

☞ PLEASE RETURN THIS BOOK.

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
DUPLICATE
EXCHANGE

RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
United States
Library of Congress

UF
1
.R45

REVUE

D'ARTILLERIE

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET Cie.

REVUE

D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

HUITIÈME ANNÉE

TOME XVI

(Avril — Septembre 1880)

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE JEAN-LAMOUR, 11

1880

Library of Congress
By transfer from
War Department.
OCT 15 1940

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
DUPLICATE
EXCHANGE

EXCHANGE
UNITED STATES
LIBRARY OF CONGRESS

MAY 19 '41

L'ARTILLERIE RUSSE

en 1880.

(Extrait de la *Revue militaire de l'étranger.*)

L'artillerie russe a été depuis plusieurs années l'objet d'un grand nombre de transformations. Pour ne rappeler que les plus importantes, nous citerons la réorganisation de l'artillerie à cheval en 1875, celle de l'artillerie de forteresse en 1876, l'adoption du nouveau matériel de campagne en 1877, les modifications successives apportées à l'organisation des troupes de réserve et des dépôts, et la transformation des différents parcs de munitions et de siège. Le grand travail de réorganisation poursuivi en Russie est maintenant presque terminé, ou, du moins, les bases sur lesquelles on s'est appuyé pour l'effectuer, sont définitivement arrêtées. Il nous a donc paru que le moment était favorable pour publier sur l'artillerie russe une étude d'ensemble en rassemblant et en complétant les renseignements qui ont été donnés jusqu'ici (1).

Après avoir exposé d'une manière générale l'organisation du commandement et des différents échelons qu'il comprend dans l'artillerie russe, nous passerons successivement en revue les troupes et les différents établissements de l'arme ; le présent travail se divisera par conséquent en quatre parties :

(1) Les sources principales auxquelles on a puisé pour faire ce travail sont : *les ordres ministériels* et *règlements officiels*, l'*Aide-mémoire d'artillerie de campagne*, le *Journal d'artillerie*, l'ouvrage du général Engelhardt sur le *Matériel des différents pays*, l'organisation et le service de l'artillerie de place par le général Fersman et le colonel Chklarévitch, enfin l'étude du major autrichien Schultz, *Die Organisation der russischen Artillerie*.

1° Organisation générale du commandement;
2° Artillerie de campagne;
3° Artillerie de forteresse;
4° Établissements de l'artillerie et artillerie locale.

I.

ORGANISATION GÉNÉRALE DU COMMANDEMENT.

A la tête de l'artillerie russe est placé un grand-maître (*General-Feldzeugmeister*); il a le grade de *général de l'artillerie* (1), à moins qu'il ne soit membre de la famille impériale.

Le *grand-maître* est chef de la Direction générale de l'artillerie au ministère de la guerre et président du Comité de l'artillerie. Son autorité s'exerce sur tout ce qui concerne le personnel, le matériel, l'armement, l'instruction, etc.; il jouit, en outre, à l'égard des militaires ou agents de l'artillerie qui font partie de la Direction générale ou en relèvent directement, des droits d'un commandant de circonscription militaire : il se concerte avec les commandants en chef de circonscription au sujet des officiers et agents subordonnés à ces derniers. En dehors de la Direction générale et des services qui en relèvent directement, les différents corps de l'artillerie dépendent des commandements de circonscription militaire, pour ce qui a trait au service général, au recrutement, aux prestations, à la discipline, à la justice militaire et à la mobilisation. Ils sont immédiatement subordonnés soit aux commandements de circonscription, soit aux commandements de corps d'armée et de division.

Le grand-maître est autorisé à choisir et à proposer les candidats aux fonctions de chefs de corps et à désigner les officiers et employés pour toutes les autres fonctions,

(1) Ce grade correspond à celui de général de l'infanterie, de la cavalerie ou du génie. La hiérarchie russe est la même que la hiérarchie allemande pour les officiers généraux.

si leur nomination n'est pas concédée à leurs chefs directs. Il sanctionne les passages des militaires et agents de l'artillerie d'une circonscription, ou d'une inspection d'établissements techniques, dans une autre. Pour passer d'une brigade d'artillerie dans une autre, de l'artillerie de campagne dans celle de forteresse ou dans les établissements et dépôts, il faut l'assentiment de l'Empereur.

Il inspecte, soit en personne, soit par l'intermédiaire de délégués, les troupes et établissements qui sont sous ses ordres. Lorsqu'il est membre de la famille impériale, on lui adjoint un officier général du grade de général-lieutenant ou même de général de l'artillerie. Celui-ci est choisi par le grand-maître, de concert avec le ministre de la guerre, et confirmé dans ses fonctions par décret impérial et oukase au Sénat dirigeant.

Actuellement, le grand-maître de l'artillerie est le grand-duc Michel Nicolaïewitch, lieutenant de l'Empereur au Caucase et commandant en chef de la circonscription militaire du Caucase. Il a pour adjoint l'aide de camp général Barantzow, général de l'artillerie.

L'*adjoint au grand-maître* seconde celui-ci dans ses travaux et remplit l'intérim en cas d'absence ou de maladie. Les ordres et instructions qui émanent de lui sont exécutés comme s'ils provenaient du grand-maître. Ses droits, à l'égard des militaires et agents de la Direction générale de l'artillerie, sont ceux d'un chef de direction au ministère.

Quatre *aides de camp* de tous grades, jusqu'à celui de colonel inclusivement, sont attachés à la personne du grand-maître, et un *aide de camp*, officier supérieur ou inférieur de la garde ou de la ligne, à celle de son adjoint.

La centralisation des affaires concernant l'armée est effectuée, comme on le sait, au ministère de la guerre [1],

[1] L'organisation générale du ministère de la guerre a été publiée par la *Revue militaire de l'étranger* en 1875, n° 222.

par les directions et services généraux; les ordres et instructions qui en émanent sont adressés aux commandements militaires de circonscription, sortes de ministères régionaux dont la composition est analogue à celle de l'administration centrale. En dessous de la circonscription, la hiérarchie du commandement comprend, en règle générale, pour les troupes de campagne, le corps d'armée et la division, et pour l'artillerie de forteresse, les commandements des places fortes. Certains services, établissements et corps de troupe se trouvent, en outre, dans la dépendance directe soit du ministère, soit de la circonscription.

En étudiant l'organisation hiérarchique du service de l'artillerie, nous avons donc successivement à examiner le fonctionnement des échelons suivants : la Direction générale de l'artillerie au ministère de la guerre, les Directions d'artillerie de circonscription, puis, pour les troupes de campagne, le commandement de l'artillerie dans les corps d'armée et dans les divisions, et, enfin, pour l'artillerie de forteresse, le commandement de l'artillerie dans les places. Toutefois, par suite de l'organisation de ce dernier service, variable avec chaque place, nous préférons en reporter la description à la partie du présent travail où l'on étudiera en détail les troupes de forteresse elles-mêmes.

En temps de guerre, de nouveaux organes viennent s'ajouter aux précédents : ce sont le commandement de l'artillerie dans les armées et la direction de l'artillerie sur les derrières des armées.

Direction générale de l'artillerie.

La Direction générale de l'artillerie au ministère de la guerre se compose de sept sections, d'une chancellerie, d'un service de justice militaire et des archives; en outre, divers services et établissements, énumérés plus loin, en relèvent directement.

Services de la Direction générale.

Première section : Personnel. — Affaires concernant le personnel, la composition, l'organisation, l'instruction et l'administration intérieure des corps de l'artillerie. Correspondance relative au service de place fourni par l'artillerie. Ordres relatifs aux mouvements et aux travaux de l'artillerie.

Deuxième section : Arsenaux. — Organisation et entretien des arsenaux. Approvisionnement en matériel (à l'exception de la poudre et des projectiles) des artilleries de campagne, de montagne et de siège.

Troisième section : Places fortes. — Approvisionnement des forteresses et surveillance des arsenaux de circonscription en ce qui concerne l'artillerie de forteresse. Correspondance relative aux bâtiments nécessaires à l'artillerie de forteresse, à la fabrication des bouches à feu et des projectiles dans les usines de l'État et des particuliers ainsi qu'à leur répartition.

Quatrième section : Armement. — Manufactures d'armes et cartoucherie. Ateliers d'armement. Approvisionnement d'armes portatives et de cartouches métalliques, livraison aux troupes. Réserves d'armement.

Cinquième section : Poudreries. — Organisation des poudreries, des parcs et ateliers de pyrotechnie. Fabrication de la poudre. Dislocation des parcs mobiles et volants d'artillerie montée et d'artillerie à cheval : fourniture des voitures et du harnachement qui leur est nécessaire. Réserve des munitions de guerre et d'instruction : distribution de ces munitions aux troupes et aux places.

Sixième section : Comptabilité. — Établissement du budget annuel de l'artillerie. Répartition des fonds dans les troupes et établissements : fonds d'entretien pour les armes et le matériel, fonds de remonte pour les chevaux. Comptabilité-matières et comptabilité-finances.

Septième section : Études techniques et comptes rendus. —

Examen et vérification des budgets de toutes les branches du service technique de l'artillerie et des comptes relatifs aux travaux exécutés, envisagés au point de vue technique. Examen des projets de dépense.

A la tête de chaque section se trouve un officier supérieur d'artillerie ou un général-major : à ce chef sont adjoints des officiers ou chefs de division, dont le nombre varie de deux à quatre, et des secrétaires.

La *chancellerie* a dans ses attributions les affaires concernant l'entretien et les prestations du personnel de la Direction générale, les affaires secrètes et celles qui ne concernent spécialement aucune section et exigent le concours de plusieurs d'entre elles, la correspondance relative à l'entretien de l'Église Serge et des bâtiments de la Direction générale, l'établissement des rapports concernant les opérations de la Direction, la tenue des journaux, et, enfin, l'envoi des ordres.

Le personnel de la chancellerie se compose d'un officier supérieur d'artillerie ou fonctionnaire classé chef de service, d'un adjoint, d'un chef de division adjoint et de secrétaires.

Le *service de la justice militaire* est chargé de la correspondance avec la justice militaire relative aux agents de la Direction générale : il reçoit les plaintes portées sur les militaires du département de l'artillerie.

Ce service est dirigé par un officier supérieur d'artillerie ou un fonctionnaire classé ; il comprend un chef du service intérieur, dont la dénomination officielle est *exécuteur*, remplissant les fonctions de trésorier, un exécuteur adjoint et des secrétaires.

Archives. — Le personnel comporte un officier supérieur d'artillerie ou un fonctionnaire classé, un adjoint et des secrétaires.

Personnel de la Direction générale.

Le personnel de la Direction générale comprend : le grand-maître, son adjoint et les aides de camp dont il a

été question plus haut; deux officiers du grade de général-major ou général-lieutenant, adjoints au directeur général; les chefs des différents services avec leurs adjoints, chefs de division, secrétaires, etc. ; des officiers d'artillerie à la disposition de la Direction générale pour remplir des missions spéciales; enfin, des officiers et employés d'artillerie, également dits à la disposition de la Direction générale.

Les officiers à la *disposition de la Direction générale pour missions spéciales* sont, d'après les tableaux d'effectif en vigueur :

2 généraux-majors ou généraux-lieutenants,
2 officiers supérieurs,
2 officiers inférieurs.

Le personnel mis à la *disposition de la Direction générale* se compose de :

6 officiers supérieurs 3 capitaines 3 capitaines en second 2 lieutenants 2 sous-lieutenants	de l'artillerie de la garde.
15 capitaines 15 capitaines en second 15 lieutenants 15 sous-lieutenants	de l'artillerie de campagne.

4 employés de l'artillerie (1).
86 ordonnances.

Le nombre total des secrétaires est de 75 :

25 secrétaires de 1re classe,
25 — de 2e classe,
25 — de 3e classe.

Enfin, il faut encore ajouter le personnel suivant :

1 architecte,
1 *Feldwebel,*
1 capitaine d'armes,
1 *Feldscher* de 1re classe,
4 courriers.

(1) Ils peuvent être remplacés par des *Oberfeuerwerker* ou des maîtres-ouvriers classés.

Services dépendant directement de la Direction générale.

La Direction générale de l'artillerie a sous sa dépendance directe :

1° Le Comité de l'artillerie ;

2° Les inspections des établissements techniques : inspection des arsenaux locaux, inspection des poudreries, inspection des manufactures d'armes et de la cartoucherie. Les établissements qui ressortissent à ces services dépendent, sous certains rapports, de la Direction générale; sous d'autres rapports, au contraire, ils sont immédiatement subordonnés aux Directions de circonscription. Des instructions spéciales règlent, ainsi qu'on le verra plus loin, ces différentes relations.

Les officiers, chargés de la réception du matériel dans les usines de l'État ou des particuliers, relèvent également d'une inspection dépendant de la Direction générale. Les fonctions d'Inspecteur de la réception du matériel viennent, en effet, d'être rétablies au commencement de cette année ;

3° L'École et l'Académie d'artillerie.

Comité de l'artillerie.

Le Comité de l'artillerie est permanent. Il est chargé d'étudier les questions techniques, théoriques et pratiques concernant l'artillerie et les armes portatives, d'effectuer les expériences et les recherches qui s'y rattachent, d'examiner les inventions du ressort de l'artillerie, de reviser les instructions et les programmes et de répandre les connaissances scientifiques parmi les officiers d'artillerie ; il surveille, en outre, les études de l'École et de l'Académie d'artillerie Michel.

Services du Comité.—Le Comité se subdivise en huit sections :

1° Balistique et expériences qui s'y rapportent ;

2° Fabrication des canons et projectiles ;

3° Construction des affûts et voitures ;
4° Poudres et artifices ;
5° Armement et emploi de l'artillerie ;
6° Armes portatives et armes blanches ;
7° Construction des machines ;
8° Perfectionnement de l'enseignement de l'artillerie et examen des rapports envoyés par les polygones et les corps de troupe ou établissements de l'artillerie.

Une chancellerie, une lithographie et des ateliers de dessin et de reliure sont attachés au Comité.

Membres du Comité. — Le grand-maître de l'artillerie, ou, à son défaut, son adjoint, préside le Comité, qui se compose de membres permanents, de membres consultatifs et de membres correspondants.

Les premiers sont des officiers généraux ou supérieurs d'artillerie et un ingénieur mécanicien; l'un d'eux est secrétaire général du Comité. Ils sont désignés par le grand-maître, de concert avec le ministre de la guerre, et nommés par décret impérial. Leur nombre est fixé par un état spécial. Le secrétaire général a sous ses ordres la chancellerie, la lithographie et les ateliers de dessin et de reliure; il jouit à leur égard des droits d'un adjoint au directeur général de l'artillerie.

Le nombre des membres consultatifs n'est pas limité. Les uns sont nommés comme les membres permanents, les autres sont de droit membres consultatifs en raison de leurs fonctions; ce sont :

1° Les adjoints au directeur général ;

2° L'inspecteur des arsenaux locaux, celui des poudreries, celui des manufactures d'armes et de la cartoucherie, et celui chargé de la réception du matériel.

3° Le directeur, l'inspecteur des études et les professeurs de l'Académie d'artillerie Michel ;

4° Le directeur du polygone central d'Okhta.

Les membres désignés aux alinéas 2 et 3 n'assistent qu'aux séances où se traitent des affaires de leur compétence.

Les commandants et les directeurs des établissements techniques d'artillerie de Saint-Pétersbourg et des environs, les officiers supérieurs chargés de la partie technique dans ces établissements, le directeur du polygone de la circonscription militaire de Saint-Pétersbourg et les chefs de section de la Direction générale, sont de droit membres consultatifs du Comité, mais dans les sections seulement.

Le même officier peut être membre consultatif dans plusieurs sections. On peut aussi nommer dans la section de l'armement, des généraux et des officiers d'autres armes en résidence dans la capitale.

De plus, lorsque l'avis de personnes étrangères peut être utile à l'étude de sujets spéciaux, on les invite à se présenter devant le Comité.

Le rédacteur en chef du *Journal d'artillerie* assiste aux séances du Comité, le rédacteur en chef de la *Revue des armes portatives* assiste à celles de la sixième section.

Les membres correspondants du Comité sont nommés par le grand-maître : leur nombre n'est pas limité.

Les sections se composent d'un chef et de plusieurs membres. Le chef est un des membres permanents, ou, à son défaut, un officier d'artillerie résidant à Saint-Pétersbourg et désigné par le grand-maître. C'est lui qui présente aux séances du Comité les rapports concernant les affaires traitées dans la section.

Examen des affaires. — Le Comité étant une institution consultative, procède à l'étude des affaires sur l'invitation du ministre ou sur l'indication du président. Les personnes qui participent aux discussions peuvent aussi soulever d'autres questions, de leur initiative personnelle, et les proposer à la sanction du Comité qui décide s'il y a lieu de leur donner suite. Les affaires envoyées par le ministre ou le président sont toujours examinées à fond, dans les sections d'abord, en séance générale ensuite. Les procès-verbaux sont alors présentés au ministre et aux sections de la Direction générale, qui donnent aux questions trai-

tées la suite qui convient. Quelquefois la chancellerie du Comité est chargée de faire exécuter les décisions; on suit cette marche surtout lorsqu'il s'agit d'affaires techniques.

Lorsque des expériences sont nécessaires, elles sont effectuées en vertu de l'autorisation du chef de la Direction générale, et sous la surveillance du Comité, au polygone central d'Okhta, ou dans les polygones d'instruction, arsenaux, manufactures d'armes et autres établissements de l'artillerie. On détache aussi, près du Comité, pour les expériences de tir, les essais d'artifices, la surveillance de la fabrication du matériel transformé ou nouvellement adopté, le nombre d'officiers et d'hommes de troupe que le grand-maître juge nécessaire.

Le Comité est autorisé à demander des renseignements à tous les agents et dans tous les établissements du département de la guerre.

Le polygone central d'Okhta, situé aux portes de Saint-Pétersbourg, est exclusivement affecté à l'exécution des expériences que le Comité se réserve de surveiller plus spécialement. Le directeur est immédiatement subordonné au président du Comité ; le personnel permanent dont il dispose est énuméré plus loin.

Personnel du Comité. — Le personnel fixe du Comité est le suivant :

1° OFFICIERS.

Membres permanents.

4 généraux-majors ou généraux-lieutenants,
3 officiers supérieurs ou généraux-majors,
1 ingénieur mécanicien [1].

Chancellerie.

3 chefs de bureau (officiers supérieurs ou inférieurs),
3 adjoints aux chefs de bureau.

Atelier de dessin.

1 chef (officier supérieur ou inférieur),

[1] Civil ou militaire de quelque grade que ce soit.

1 adjoint (officier inférieur),
3 officiers détachés à l'atelier [1].

Atelier de lithographie et reliure.

1 chef (fonctionnaire classé).

Rédaction du Journal d'artillerie.

1 rédacteur en chef (officier supérieur ou général-major),
1 adjoint (officier supérieur ou inférieur).

2° TROUPE.

10 dessinateurs de 1re classe,
10 — de 2e classe,
5 imprimeurs-lithographes de 1re classe,
5 — — de 2e classe,
1 graveur [2],
1 chef ouvrier relieur,
1 relieur de 1re classe,
2 relieurs de 2e classe,
2 armuriers attachés à la section d'armement.

Polygone central d'Okhta. — Le personnel du polygone central d'Okhta se compose de :

1 général-major directeur,
3 officiers supérieurs, chargés des expériences,
5 officiers inférieurs,
1 médecin de première classe,
1 *Feldscher.*

L'expédition des affaires est faite par une chancellerie, dirigée par un employé d'artillerie ayant quatre secrétaires sous ses ordres. Un employé est également à la tête du dépôt où l'on conserve et où l'on entretient le matériel nécessaire aux essais ; deux garde-magasin et deux comptables sont attachés au dépôt.

L'exécution même des essais est confiée à un détachement d'artillerie commandé par un capitaine et comprenant : 2 officiers inférieurs, 1 *Oberfeuerwerker* classé,

---

[1] Ils font partie des officiers mis à la disposition de la Direction générale.
[2] Il a le grade de sous-officier.

1 *Feldwebel*, 12 *Feuerwerker*, 133 hommes de troupe combattants et 24 non combattants (secrétaires et ordonnances) (1).

Les soldats ont l'uniforme de l'artillerie de forteresse.

Dix chevaux de travail sont à la disposition du polygone.

Direction d'artillerie de circonscription.

La Direction d'artillerie de circonscription (2) comprend dans son ressort les troupes, les dépôts et les établissements d'artillerie de la circonscription, à l'exception des services qui relèvent directement de la Direction générale. Elle est chargée de l'approvisionnement en matériel des troupes de toutes armes et des places fortes.

Fonctions du commandant d'artillerie de circonscription.

Le commandant d'artillerie de circonscription a le grade de général-lieutenant et jouit des mêmes droits qu'un commandant de division, dans les relations de service et la correspondance avec les autorités de la circonscription; il est désigné par le grand-maître de concert avec le ministre et nommé par décret impérial. A Orenbourg et dans la Sibérie occidentale, le commandant d'artillerie de circonscription est remplacé par un colonel *chargé du service de l'artillerie*; les attributions sont identiques dans les deux cas.

Le ministère a la haute direction et le contrôle des opérations de la Direction de circonscription, qui est chargée

(1) Bien que les dénominations de *Feuerwerker* et d'*Oberfeuerwerker* présentent une grande analogie, les fonctions qui ressortissent à ces deux grades diffèrent cependant de nature. Il importe donc d'éviter dès à présent toute confusion à cet égard. Les *Feuerwerker* sont les sous-officiers des corps de troupe et correspondent, suivant leur classe, au *Sergeant* et à l'*Unteroffizier* de l'artillerie allemande : le mot *Feuerwerker* est simplement ici un titre de tradition dans l'artillerie russe, comme, par exemple, celui de maréchal des logis dans nos troupes à cheval. Les *Oberfeuerwerker* sont uniquement employés à un service technique; ils sortent de l'École de pyrotechnie et ont, soit le rang de sous-officier, soit celui d'officier; ceux-là sont seuls, à proprement parler, des artificiers.

(2) On sait quel rôle important joue la *circonscription* dans l'organisation territoriale de l'armée russe. L'organisation et la composition des circonscriptions ont été également publiées dans le n° 222 de la *Revue militaire de l'étranger*, auquel nous renvoyons les lecteurs.

seulement de la partie exécutive et qui est, en outre, soumise sur les lieux à la surveillance du commandant en chef de la circonscription.

En ce qui concerne les troupes d'artillerie stationnées sur le territoire de la circonscription, les relations de service varient suivant que ces troupes appartiennent ou non à des corps d'armée organisés en temps de paix.

A l'égard des troupes d'artillerie faisant partie d'un corps d'armée, le commandant d'artillerie de circonscription a la direction supérieure de tout ce qui concerne l'instruction des officiers et de la troupe, l'état et la tenue des corps de troupes de l'artillerie qu'il inspecte lorsqu'il le juge nécessaire ; à la suite de chaque inspection, il adresse un rapport au commandant en chef de la circonscription. Il prend aussi les dispositions nécessaires pour la fourniture de l'armement aux troupes de toutes armes. Enfin, il donne son avis sur les propositions et rapports du commandant de corps d'armée au commandement de circonscription au sujet des militaires et agents du service de l'artillerie.

Lorsque des troupes d'artillerie de la circonscription appartenant à plusieurs corps d'armée sont rassemblés pour des exercices, il soumet au commandant de circonscription un projet de travaux et prend, après adoption du projet, les dispositions nécessaires pour les faire exécuter.

Les droits et les devoirs du commandant d'artillerie de circonscription relativement aux troupes qui ne font pas partie d'un corps d'armée sont ceux d'un commandant de division en ce qui concerne les questions d'effectif, d'instruction, d'administration et les inspections.

Lorsque, parmi les corps d'artillerie ne faisant pas partie d'un corps d'armée, il se trouve des brigades d'artillerie montée, ce sont les commandants de ces brigades qui remplissent une partie des fonctions attribuées par le règlement aux commandants de division : ainsi, ils contrôlent les demandes de vivres et d'effets, vérifient les effectifs et constatent la régularité des demandes de fonds.

Le commandant d'artillerie de circonscription a, sous le rapport de l'instruction des troupes placées directement sous ses ordres, les mêmes devoirs que le commandant d'artillerie dans le corps d'armée. Il établit un projet de travaux annuels et en assure l'exécution.

Il veille à ce que les troupes soient bien installées ; en cas d'épidémie, il peut prendre lui-même les mesures convenables, sauf à en rendre compte au commandant de la circonscription. Si ce dernier n'a pas délivré les feuilles de route, en cas de mouvements, il est chargé d'en munir les troupes.

Il désigne et propose à la Direction générale : 1° les agents civils pour l'avancement au grade supérieur par suite d'ancienneté de services; 2° les *porte-épée younkers* pour le grade d'officier dans l'artillerie de forteresse.

Il nomme, sur la proposition des chefs de corps, les hommes de troupe au grade de *Feuerwerker* de 2e classe; propose les militaires et agents sous ses ordres pour les récompenses, décorations et retraites ; confirme dans leurs fonctions les adjudants de brigade, les trésoriers et les quartiers-maîtres; choisit les officiers qui doivent être employés à la Direction de circonscription et rend compte de ce choix à la Direction générale.

Il fait à la Direction générale les propositions nécessaires pour remplir les emplois vacants et lui adresse tous les ans, au mois de mai, l'état des officiers qui, ayant le droit de passer au grade supérieur par ancienneté, ne doivent cependant pas être promus, et motive en même temps son avis.

Il peut donner son consentement au passage des officiers supérieurs ou inférieurs, des agents, des chefs ouvriers, des *Oberfeuerwerker* classés dans d'autres circonscriptions, ainsi qu'au passage des ouvriers assimilés au grade de sous-officier dans d'autres services, sauf assentiment de la Direction générale.

Il autorise les mariages des généraux sous ses ordres,

des chefs de corps et des militaires ou agents de la Direction de circonscription. Ses droits relativement aux congés à accorder sont ceux d'un commandant de division.

Le commandant d'artillerie de circonscription a le droit de traduire en conseil de guerre les officiers, à l'exception de ceux qui ont l'autorité d'un chef de corps ; il en rend immédiatement compte à l'Empereur et au ministre de la guerre.

Il autorise les troupes à retirer les fonds qui leur appartiennent des institutions de crédit où ils étaient déposés. Il décide la remise ou la quotité de secours accordé sur les fonds de remonte des officiers [1] aux officiers peu fortunés ou démontés à la suite de circonstances indépendantes de leur volonté. Enfin, il fixe la retenue à opérer sur l'argent donné aux travailleurs en ville.

Le commandant d'artillerie de circonscription surveille les écoles à feu de toutes les troupes d'artillerie ainsi que les expériences exécutées sur les polygones et dans les places fortes.

Il prend les mesures nécessaires pour égaliser les effectifs d'officiers inférieurs et a le droit, dans l'intérêt du service, de détacher les officiers d'un corps de la circonscription dans un autre ; d'envoyer les officiers en mission, et enfin, d'autoriser l'envoi d'hommes de troupe en détachement en dehors des limites de la circonscription. En cas de besoin, il peut prescrire, par mesure provisoire, l'envoi de rapports périodiques en plus de ceux que fixent les règlements ; il en rend compte au commandant en chef de la circonscription.

Les droits du commandant d'artillerie de circonscription, relativement aux peines disciplinaires à infliger aux militaires et agents des services de l'artillerie de la circonscription, sont ceux d'un commandant de corps d'armée. Sous le rapport administratif, il jouit des droits d'un intendant de circonscription.

---

[1] Voir, au sujet de ces fonds ou *masses spéciales de remonte des officiers*, le paragraphe relatif à la remonte de l'artillerie, dans le numéro prochain.

Services que comprend la Direction d'artillerie de circonscription.

La Direction se compose de trois services :

1° L'*inspection :* personnel, instruction militaire spéciale et scientifique ;

2° L'*administration :* approvisionnement des troupes et des places fortes ; administration des établissements et dépôts. Un bureau de comptabilité se rattache à ce service ;

3° *Justice militaire.*

En outre, une commission présidée par le commandant d'artillerie de circonscription et intitulée *Assemblée plénière* de la Direction, est chargée de passer les marchés et d'examiner les affaires. Elle se compose du personnel suivant, dont nous verrons plus loin les fonctions : l'adjoint au commandant d'artillerie de circonscription, le secrétaire général de la Direction [1], les adjudants supérieurs pour la partie administrative, le directeur du polygone d'instruction, l'officier chargé de l'inspection de l'armement des troupes, et, enfin, des chefs de corps d'artillerie résidant près de la Direction, si le commandant d'artillerie de circonscription le juge convenable. Dans les affaires que ce dernier soumet à l'examen, la commission a seulement voix consultative et ne peut, par conséquent, limiter les droits administratifs du commandant.

Les marchés peuvent atteindre la somme de 5,000 roubles (20,000 fr. en valeur nominale).

Opérations de la Direction.

Budget. — Le budget, arrêté à la Direction générale d'après le projet de recettes et dépenses établi à la Direction de circonscription, fixe les fonds nécessaires aux opérations de celle-ci.

Approvisionnement en matériel. — La Direction établit

[1] Dans les circonscriptions où il y en a.

chaque année des projets concernant le matériel et les objets de toute nature nécessaires, soit pour constituer, soit pour entretenir les approvisionnements permanents des places fortes, des corps de troupe, des parcs, du polygone d'instruction, des ateliers et des dépôts de la circonscription; elle fait également les propositions relatives aux transports par terre et par eau.

Les projets, ainsi que les conditions des marchés, sont transmis au *conseil de la guerre* de circonscription et vont de là au ministère. Après approbation, le commandant de l'artillerie est chargé de leur exécution et en rend compte. Cette règle s'applique également aux approvisionnements accidentels.

Contrôle exercé sur la réception et la conservation du matériel. — Le commandant d'artillerie de circonscription veille à l'application des règlements pour ce qui a trait à la réception et à la conservation du matériel : sa surveillance s'exerce à l'aide des rapports périodiques et de revues ou inspections passées à l'improviste. Il y a au moins une revision annuelle opérée par le commandant de l'artillerie, son adjoint ou des officiers supérieurs délégués.

Fourniture du matériel aux troupes et aux places fortes. — Cette opération comprend la distribution du matériel de toute sorte, des armes portatives, des munitions nécessaires, soit pour la mobilisation, soit pour les exercices du temps de paix, ainsi que la répartition des fonds destinés à l'entretien du matériel et à la remonte des chevaux.

Comptabilité, rapports, renseignements. — Le commandant d'artillerie de circonscription veille à ce que les militaires et agents se conforment aux règlements en vigueur pour la comptabilité, et tient lui-même une comptabilité de contrôle.

Il adresse à la Direction générale un rapport annuel, soumis d'abord au conseil de la guerre de circonscription, des rapports périodiques sur la situation des fonds et le matériel, et des rapports accidentels sur la marche des

approvisionnements et sur les irrégularités qu'il constate, en y joignant les propositions nécessaires pour y remédier. Il envoie également au commandant en chef de la circonscription des renseignements sur les différentes opérations de la Direction.

Personnel de la Direction.

Le personnel de la Direction d'artillerie varie suivant l'importance de la circonscription.

Officiers et fonctionnaires classés. — Le commandant d'artillerie de circonscription est en général secondé dans ses fonctions par un ou même deux adjoints du grade de général-major ou de colonel.

Deux officiers, adjudants supérieurs, sont chargés, l'un du service de l'inspection et de l'instruction, l'autre de l'administration et du service technique ; ces adjudants ont pour adjoints des officiers et des employés d'artillerie.

Un officier supérieur d'artillerie remplit, dans les circonscriptions les plus importantes, les fonctions de secrétaire général de la Direction ; il surveille la marche des affaires et s'occupe en particulier de l'administration.

Un certain nombre d'employés d'artillerie sont attachés à chaque Direction, comme teneur de livres, adjoint, trésorier et exécuteur.

Troupe. — Le personnel appartenant à la troupe comprend des secrétaires, des dessinateurs, des relieurs et des ordonnances.

Enfin, il faut ajouter au personnel de la Direction l'officier et les deux maîtres armuriers classés, chargés d'inspecter l'armement des troupes de la circonscription [1].

On a, en résumé, la composition suivante pour les différentes Directions de circonscription. (*Voir* le tableau, p. 24.)

Territoire des cosaques du Don. — Outre les Directions d'artillerie dont nous venons de donner l'organisation, le

---

[1] En Finlande ce service n'existe pas ; au Caucase, au contraire, il y a 4 officiers supérieurs et 8 maîtres armuriers classés.

CIRCONSCRIPTIONS.	OFFICIERS.	FONCTIONNAIRES classés.	TROUPE.
Saint-Pétersbourg . . .	11	6	49
Finlande.	3	2	17
Vilna	10	6	46
Varsovie.	11	7	51
Kiev.	8	6	41
Odessa.	8	5	38
Kharkhov	6	4	24
Moscou	8	6	36
Kazan.	5	4	22
Caucase	14	15	78
Orenbourg.	2	2	9
Sibérie occidentale. . .	3	4	10
Sibérie orientale. . . .	5	4	21
Turkestan.	5	4	25

territoire du Don a un état-major spécial d'artillerie auquel ressortit tout ce qui concerne l'artillerie à cheval irrégulière du Don. Le territoire est divisé en deux rayons pour le recrutement et le service de l'artillerie ; les chefs-lieux sont Novo-Tcherkask et Oust-Medvieditskaïa.

Le personnel attaché à chaque rayon est le suivant :

GRADES ET EMPLOIS.	PREMIER rayon.	DEUXIÈME rayon.
Commandant en chef de l'artillerie du territoire : général-major ou général-lieutenant	1	»
Adjoint au commandant en chef et commandant le deuxième rayon : colonel ou général major	»	1
Adjudant supérieur . . { Officier supérieur ou inférieur. . .	1	»
Adjudant supérieur . . { Officier inférieur	»	1
Vétérinaire	1	1
Chef du dépôt d'artillerie : officier supérieur.	1	1
	4	4

On alloue à chaque rayon une somme fixe annuelle [illegible] payer des secrétaires et po[illegible] les frais de bu[illegible]

(*A suivre.*)

ARTILLERIE ITALIENNE

(Extraits du *Giornale di Artigliera e Genio*.)

MATÉRIEL DE CAMPAGNE.

[*Suite*] (1).

EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES POUR AUGMENTER L'EFFICACITÉ DU CANON DE 7ᶜ BR. (RET.).

[PL. VII] (2).

Étude d'un nouveau modèle d'obus.

Peu de temps après que l'Italie eut adopté, en 1873, le canon de 7ᶜ BR (Ret.) [en bronze, rayé, se chargeant par la culasse] comme pièce légère de campagne (3), plusieurs nations entreprirent des recherches pour augmenter l'efficacité de leur artillerie de campagne, et surtout la puissance d'éclatement des obus.

On essaya tout d'abord d'accroître le nombre des éclats, soit en augmentant la charge intérieure de l'obus, soit en substituant à la poudre ordinaire des substances explosives plus brisantes ; on réussit, en effet, à obtenir de cette façon des fragments plus nombreux, mais ils étaient trop petits pour pouvoir produire des effets appréciables même à de faibles distances. On dirigea alors les études vers la recherche d'un nouveau projectile, différant de celui qui était en service par son tracé, tant extérieur qu'intérieur. [illegible] réglementaire de 7ᶜ présentait un vide inté-

(1) [illegible] janvier et mars 1880, t. XV, p. 297 et 564.
(2) [illegible] dans la livraison de janvier 1880.
(3) [illegible]

rieur de forme prismatico-pyramidale, avec des lignes de rupture normales à l'axe. De pareils obus auraient dû donner de bien meilleurs résultats que les obus à vide intérieur cylindrique, et cependant leur efficacité était assez faible : l'éclatement au repos ne donnait qu'une moyenne de 24 éclats.

Au commencement de l'année 1874, le major Zanolini proposa un obus semblable, comme forme extérieure, au modèle en service, mais le tracé du vide intérieur avait été modifié de façon à assurer la rupture du projectile d'une façon plus régulière. Dans les premiers obus de 7^{c}, le vide présentait la forme d'un prisme hexagonal, terminé à sa base par une pyramide à six faces et, à sa partie supérieure, par une pyramide à quatre faces; quatre rainures circulaires, également espacées entre elles, étaient creusées sur les parois intérieures de l'obus.

Le major Zanolini avait remarqué que les ruptures dans le sens longitudinal se produisaient assez régulièrement, mais qu'il n'en était pas de même perpendiculairement à l'axe. Il pensa que la rupture se produirait mieux dans les deux sens à la fois en donnant au vide intérieur une forme cylindro-ogivale, ou même en lui laissant la forme prismatique, mais en ménageant des lignes de rupture orthogonales (fig. 1), ou bien encore en laissant à l'intérieur les lignes de ruptures normales à l'axe et reportant sur la surface extérieure celles suivant les génératrices, qui se trouvaient alors cachées par la chemise de plomb (fig. 2).

Les deux modèles en question étaient, comme poids, peu différents du modèle réglementaire : le premier pesait 3^{k},610 et le second 3^{k},726, y compris la charge d'éclatement de 216 grammes.

Bien qu'on eût déjà essayé sans succès, avant l'adoption de l'obus réglementaire, l'emploi des lignes de rupture extérieures, on n'en soumit pas moins à l'expérience les deux modèles proposés par le major Zanolini. Les essais devaient avoir lieu comparativement entre ces deux modèles

et l'obus réglementaire, on fit fabriquer 100 obus de chaque espèce.

Les expériences d'éclatement au repos (décembre 1874) donnèrent les résultats suivants :

L'obus réglementaire une moyenne de .	24,4 éclats.
Le premier modèle Zanolini	24 —
Le deuxième — —	21,9 seulement.

L'examen des éclats fit voir, en outre, que l'obus réglementaire se brisait beaucoup plus régulièrement que les deux autres modèles; en effet, les éclats du premier pesaient au maximum de 100 à 200 grammes, tandis que pour les autres l'ogive formait en général un seul éclat.

Au mois d'avril 1875, on procéda aux épreuves d'éclatement dans le tir. Le but était représenté par trois rangées de panneaux en bois. Ceux de la première rangée avaient $0^m,04$ d'épaisseur et étaient renforcés par trois traverses de $0^m,20$ de large et $0^m,04$ d'épaisseur. Ceux des deux autres rangées, ainsi que leurs traverses, n'avaient que $0^m,025$ d'épaisseur. Le terrain en avant des panneaux avait été choisi aussi uni que possible. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau de la page suivante.

L'examen de ces résultats démontrait jusqu'à l'évidence la supériorité de l'obus réglementaire sur les obus Zanolini, puisque la moyenne des atteintes, aux deux distances de tir, était environ moitié moindre pour ces derniers. Cette infériorité ne pouvait être attribuée qu'au mauvais éclatement des projectiles et non à des irrégularités de tir, car la distance du point d'éclatement à la première rangée fut sensiblement la même, et, si on considère, dans les expériences précitées, un même nombre de coups tirés avec chacun des modèles, sans modifier la hausse, on peut former un second tableau (page 28), qui fait bien voir que la régularité du tir fut sensiblement la même pour les trois modèles de projectiles, du moins dans les limites où l'on peut tirer du résultat fourni par un si petit nombre de coups un *criterium* de la justesse du tir.

NOMBRE DE COUPS.	DISTANCE à la 1re rangée.	ESPÈCES d'obus.	CHARGE INTÉRIEURE.	DISTANCE MOYENNE du point d'éclat, à la 1re rang.	ATTEINTES. 1re rangée. Trous.	Logements.	Empreintes.	2e rangée. Trous.	Logements.	Empreintes.	3e rangée. Trous.	Logements.	Empreintes.	TOTAL des atteintes sur les 3 rangées. Trous.	Logements.	Empreintes.	Moyenne des atteintes par coup. 1re rangée.	2e rangée.
	mèt.		gr.	m.														
30	900	Obus réglement.	216	18,0	171	5	13	130	8	7	40	1	9	341	14	29	6,3	12,8
30	900	Obus Zanolini à lignes internes et externes. .	216	27,5	85	0	12	45	0	6	23	0	6	153	0	24	3,2	5,9
30	900	Obus Zanolini à lignes internes. .	216	20,1	89	0	5	76	0	5	19	0	2	184	0	12	3,1	6,5
40	1 500	Obus réglement.	216	15,1	148	9	1	95	0	8	26	1	3	269	10	12	3,9	7,5
40	1 500	Obus Zanolini à lignes internes et externes. .	216	24,4	68	11	2	38	2	2	11	0	0	117	13	4	2,7	3,4
40	1 500	Obus Zanolini à lignes internes. .	216	14,3	93	4	3	58	1	4	15	0	1	166	5	8	3,3	4,5

NOMBRE des coups.	DISTANCE du but.	ESPÈCE de projectile.	HAUSSE.	ÉCART quadratique moyen en portée.	HAUTEUR de la zone contenant la moitié des coups (1).	HAUTEUR de la zone prise dans les tables de tir.
	m.			mètres.	mètres.	mètres.
20	900	Obus réglementaire.	29	11,8	0,69	0,76
		Obus Zanolini, à lignes internes et externes	29	12,2	0,71	»
		Obus Zanolini, à lignes internes . . .	30	23,4	1,36	»
24	1500	Obus réglementaire.	63	13,0	1,58	2,12
		Obus Zanolini, à lignes internes et externes.	64	13,3	1,61	»
		Obus Zanolini, à lignes internes. . .	65	11,3	1,37	»

(1) Pour les obus Zanolini, cette hauteur fut obtenue approximativement par un calcul.

Enfin, l'infériorité des obus du modèle Zanolini fut encore mieux démontrée par la comparaison des résultats fournis par le tir d'un certain nombre d'obus ayant éclaté dans des conditions presque identiques, c'est-à-dire à des intervalles presque égaux de la première rangée de panneaux :

OBUS réglementaire.					OBUS ZANOLINI à lignes internes et externes.					OBUS ZANOLINI à lignes internes.				
Numéro des coups dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne générale des atteintes sur les 3 rangées.	Numéro des coups dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne générale des atteintes sur les 3 rangées.	Numéro des coups dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne générale des atteintes sur les 3 rangées.
	m.		m.			m.		m.			m.		m.	
Distance de 900m.														
1	9	30			3	10	13			9	7	13		
4	12	9	9	21	10	11,5	9	9	11	1	16	13	9	15
12	5	25			6	5	12			6	4	19		
8	18	11			8	19	12			»	»	»		
13	22	11	20	11	7	22	6	20	9	7	22	5	21	4
14	19	11			2	20	9			5	20	2		
Distance de 1 500m.														
1	8,5	13	»	»	5	9,5	11	»	»	5	10	4	»	»
2	23,5	9			10	19	8			7	20	6		
8	24	10	23	10	15	26	2	21	6	8	26	6	21	5
9	21	10			7	17	7			1	17	3		

Bien que ces expériences n'aient abouti à aucun résultat, on put en tirer cependant quelques renseignements utiles, relativement à la puissance de pénétration des éclats. Jusque-là on avait admis que, pour produire quelque effet, il était nécessaire que le poids des éclats fût au moins de 50 grammes, on reconnut alors que des éclats de 20 à 30 grammes traversaient de part en part des panneaux de 0m,04 et pouvaient même les perforer à hauteur des tra-

verses, c'est-à-dire dans les points où l'épaisseur totale atteignait $0^m,08$.

Mais si les effets de pénétration des éclats étaient bien supérieurs à ce que l'on avait pu croire, l'efficacité du tir à obus du canon de 7^c n'en était pas moins bien inférieure à celle des bouches à feu analogues en service dans les autres pays. Il ressortait, en effet, de ces dernières expériences, que l'obus réglementaire, qui donnait en moyenne 24 éclats dans l'éclatement au repos, ne fournissait dans le tir que la moitié d'éclats utiles à la distance de 900 mètres et un tiers à 1 500 mètres. Et même, si l'on ne tient compte que de l'effet produit sur la première rangée, ce rapport se réduirait respectivement au $\frac{1}{4}$ et au $\frac{1}{6}$, par conséquent à bien peu de chose.

Si l'on tient compte en outre de ce que l'accroissement de la distance entraîne une diminution rapide de la justesse du tir, de ce que les effets produits par l'éclatement sont presque nuls lorsque le point de chute se trouve à plus de 40 mètres en avant du but, enfin, de ce que, dans les expériences que l'on venait d'exécuter, le bon éclatement des obus était singulièrement favorisé par le choix du terrain, qui était parfaitement uni, circonstance qui ne se rencontre que rarement sur les champs de bataille, on voit qu'il était indispensable de trouver un autre modèle d'obus pour le canon de 7^c.

On expérimentait alors, avec le canon court de $8^c,7$ en acier (9^c ARC Ret.), des obus à double paroi ; on eut l'idée d'essayerd ans le canon de 7^c des obus du même genre.

On calcula qu'un obus de 7^c à double paroi pèserait environ $4^k,5$, c'est-à-dire beaucoup plus que l'obus ordinaire ; on devait donc forcément être conduit à augmenter la charge. Il fallait donc, avant tout, s'assurer que le canon de 7^c pourrait supporter sans inconvénient le tir d'un obus aussi lourd à la charge de 800 grammes de poudre à gros grains de 6 à 10 millimètres, poudre alors en essai pour le canon de 9^c et dont l'adoption était fort probable.

On employa pour cette épreuve un canon en service qui avait déjà tiré environ 2 000 coups. Afin de ne pas avoir à allonger la chambre, on enleva sur l'enveloppe de plomb des projectiles le cordon saillant de l'avant, de façon à pouvoir les enfoncer assez en avant pour laisser la place nécessaire à la charge de 800 grammes.

Un petit nombre de coups permit de s'assurer que cette charge imprimait à l'obus de $4^k,500$ une vitesse initiale de 400 mètres, sans que la tension des gaz, à l'intérieur de la chambre, dépassât 1 200 atmosphères. Dans un canon en bon état, il ne pouvait donc y avoir aucun inconvénient à chercher à obtenir une vitesse d'environ 410 mètres, attendu que la poudre à gros grains ne devait pas donner des tensions supérieures à celles que l'on obtenait avec la charge de 550 grammes de poudre à canon ordinaire et l'obus ordinaire de $3^k,720$.

Dans les obus à double paroi (fig. 3), qu'on avait construits pour le canon de 7^c, le noyau intérieur présentait 36 pyramides, et, en admettant que la fragmentation se produisît régulièrement, on devait obtenir 80 éclats, soit trois fois plus qu'avec l'obus ordinaire. La capacité du vide intérieur était telle qu'on ne put y loger qu'une charge de 135 grammes de poudre à canon. Le poids moyen de l'obus vide se trouva être de $4^k,179$; le poids total de l'obus chargé, prêt à être tiré, fut fixé à $4^k,400$.

On fit fabriquer 200 de ces projectiles ; pour la moitié, on eut soin d'enduire de pétrole la surface extérieure du noyau avant de couler l'enveloppe, afin de pouvoir s'assurer si par ce moyen la séparation des éclats appartenant aux deux enveloppes se ferait plus facilement.

Afin de pouvoir exécuter les essais, sans modifier le tracé de l'enveloppe du projectile, on fit, pour deux pièces neuves, allonger la chambre de façon à pouvoir au besoin, avec la poudre à gros grains, porter la charge à 900 grammes; avec l'obus ordinaire de 7^c, l'allongement de la chambre devait être de 56 millimètres et de 63 millimètres avec l'obus à double paroi.

L'éclatement, dans le puits, de 14 obus à double paroi donna une moyenne de 42 éclats; on ne trouva pas de différence sensible dans la façon dont se comportaient les obus à noyau enduit de pétrole et ceux pour lesquels on n'avait pas pris cette précaution.

Le nombre de 42 éclats, quoique double de celui fourni par l'obus ordinaire, s'éloignait toutefois beaucoup de celui sur lequel on avait compté en admettant que le projectile se briserait suivant toutes les lignes de rupture.

Pour la détermination de la charge de tir convenable, on essaya des charges de 750, 800 et 850 grammes avec l'obus à double paroi, et de 800 et 900 grammes avec l'obus ordinaire. Dès le premier coup, on renonça à la charge de 750 grammes, qui ne donnait qu'une vitesse de 391 mètres; les autres charges donnèrent les résultats suivants :

NOMBRE de coups.	ESPÈCE d'obus.	CHARGE.	VITESSE à 32m de la bouche.	VITESSE initiale.	TENSION des gaz en atmosphères	OBSERVATIONS.
			mètr.	mètr.		
6	A double paroi.	Poud. à g. grains. 800g	403,33	408,65	1 146	Les données relatives à l'obus ordinaire tiré avec la charge normale sont déduites d'expériences antérieures.
10	Id. . . .	Id. . . . 850	421,52	»	1 354	
9	Ordinaire. . . .	Id. . . . 850	445,97	452,30	1 116	
11	Id.	Id. . . . 900	462,94	»	1 344	
11	Id.	Poudre à canon. . 550	394,67	399,87	1 201	

D'après les indications fournies par l'appareil Rodman, on aurait pu employer la charge de 850 grammes avec l'obus à double paroi et celle de 900 avec l'obus ordinaire, attendu que les pressions que supportait le canon de 7c, avec l'obus ordinaire et la charge normale, étaient comprises entre 1 200 et 1 300 atmosphères. Cependant, comme les pressions indiquées par l'appareil Rodman pouvaient, avec les poudres lentes, ne pas indiquer un maximum, on pensa qu'il était prudent de limiter la charge à 800 grammes pour le nouvel obus à double paroi, et à 850 grammes pour l'obus ordinaire. Cela paraissait d'autant plus raison-

nable que, même après le petit nombre de coups tirés, on avait constaté une légère augmentation du diamètre de la chambre.

On exécuta avec ces nouvelles charges des tirs de justesse aux distances de 900 et 1 500 mètres contre une cible verticale de 10 mètres de large.

NOMBRE de coups.	DISTANCE.	OBUS.	CHARGE.	POIDS de la charge.	HAUSSE.	ZONE contenant 50 °/° des coups.		ANGLE de chute.
						haut.	larg.	
				gr.	mill.	mèt.	mèt.	
30	900	A double paroi.	Poud. à g. grains.	800	28,3	0,66	0,68	2°38'32"
30	900	Ordinaire. . . .	Poud. à g. grains.	850	25,2	0,92	0,66	2°25'29"
30	900	Ordinaire. . . .	Charge ordinaire.	»	31,9	1,46	1,02	2°48'31"
50	1500	A double paroi .	Poud. g. à grains.	800	57,1	1,82	1,38	4°31'14"
50	1500	Ordinaire. . . .	Poud. à g. grains.	850	54,0	2,04	1,98	4°31'45"
50	1500	Ordinaire. . . .	Charge ordinaire.	»	65,4	2,76	1,84	5°19'27"

Afin de rendre les résultats comparables, on avait tiré les deux modèles d'obus, autant que possible, dans les mêmes conditions atmosphériques, alternativement par séries de quatre coups de chaque modèle. Cette précaution ne put être prise que pour le tir avec les charges de poudre à gros grains ; les tirs avec la poudre à canon ordinaire à la charge réglementaire furent exécutés dans une autre séance et dans des conditions atmosphériques moins favorables, ce qui explique les écarts entre les résultats obtenus dans cette séance et les données fournies par les tables de tir du canon de 7c, écarts sensibles surtout pour la première distance. En tenant compte de cette particularité, on reconnut à l'obus à double paroi une grande supériorité sur l'obus ordinaire tiré à la charge normale. Le tir de l'obus ordinaire avec la poudre à gros grains fut également inférieur à celui de l'obus à double paroi. A 900 mètres, les différences entre les angles de chute étaient peu sensibles, mais, à 1 500 mètres, la trajectoire de l'obus à double paroi était plus tendue non-seulement que celle

de l'obus ordinaire tiré avec l'ancienne charge, mais encore que celle de ce même obus tiré avec la charge de poudre à gros grains, bien que, dans ce dernier cas, la vitesse initiale de cet obus fût de 452 mètres et celle de l'obus à double paroi de 408 mètres seulement. Il était donc permis de supposer qu'à des distances encore plus grandes la supériorité du tir rasant de l'obus à double paroi s'accentuerait de plus en plus, grâce à son poids plus considérable.

Le tir à obus chargés fut exécuté en se conformant aux règles qui avaient été suivies dans les expériences comparatives faites avec les obus Zanolini et les obus ordinaires, c'est-à-dire qu'on releva les résultats après chaque coup, jusqu'à ce qu'on eût recueilli un certain nombre d'éclatements des deux modèles de projectiles à la même distance de la première ligne de panneaux, afin de pouvoir mieux comparer les effets de ces éclatements. On totalisait ensuite le nombre des atteintes à la fin de chaque série. Le tableau de la page suivante résume les résultats obtenus.

Soit que l'on considère le nombre total des atteintes sur les trois rangées qui représentaient approximativement une troupe en colonne, soit que l'on ne tienne compte que des atteintes sur la première rangée, en supposant qu'il s'agissait d'une troupe en bataille, on voit que l'efficacité de l'obus à double paroi était presque double, à 900 mètres, de celle de l'obus ordinaire tiré à la charge normale, et plus que double à 1500 mètres. Comparé à l'obus ordinaire tiré avec la charge de poudre à gros grains, il produisait encore, à la première distance, deux fois et à la seconde, une fois et demie plus d'effet.

La comparaison des effets produits par des obus ayant éclaté sensiblement à la même distance en avant de la première rangée qui se trouve dans le tableau de la page 36, ne fit que confirmer ces résultats.

NOMBRE DES COUPS.	DISTANCE.	OBUS.	CHARGE.	POIDS DE LA CHARGE.	INTERVALLE moyen d'éclatement.	NOMBRE TOTAL DES ATTEINTES. 1re RANGÉE. Trous.	1re RANGÉE. Logements.	1re RANGÉE. Empreintes.	2e RANGÉE. Trous.	2e RANGÉE. Logements.	2e RANGÉE. Empreintes.	3e RANGÉE. Trous.	3e RANGÉE. Logements.	3e RANGÉE. Empreintes.	SUR LES 3 RANGÉES. Trous.	SUR LES 3 RANGÉES. Logements.	SUR LES 3 RANGÉES. Empreintes.	MOYENNE des atteintes par coup sur la 1re rangée.	MOYENNE des atteintes par coup sur les 3 rangées.
				gr.	mètr.														
25	900	A double paroi.	A gros grains.	800	12,3	341	48	48	203	17	40	45	5	11	592	70	99	17,4	31,1
25	900	Ordinaire.	Id.	850	13,6	177	10	18	80	1	8	69	1	7	326	12	33	8,2	14,7
30	900	Id.	Ordinaire.	550	18,0	171	5	13	130	8	7	40	1	9	341	14	29	6,3	12,8
35	1 500	A double paroi.	A gros grains.	800	11,5	220	39	67	183	26	36	66	17	22	469	82	125	9,3	19,3
35	1 500	Ordinaire.	Id.	850	12,4	202	8	32	143	10	5	55	3	2	400	21	39	6,9	12,9
40	1 500	Id.	Ordinaire.	550	15,1	148	9	1	95	»	8	26	1	3	269	10	12	3,9	7,3

OBUS A DOUBLE PAROI, poudre à gr. grains.					OBUS ORDINAIRE, poudre à gr. grains.					OBUS ORDINAIRE, charge ordinaire.				
Numéro d'ordre du coup dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne des atteintes sur les 3 rangées.	Numéro d'ordre du coup dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne des atteintes sur les 3 rangées.	Numéro d'ordre du coup dans chaque série.	Intervalle d'éclatement.	Total des atteintes sur les 3 rangées.	Intervalle moyen d'éclatement.	Moyenne des atteintes sur les 3 rangées.
	mèt.		mèt.			mèt.		mèt.			mèt.		mèt.	
Distance de 900m.														
7	5	53			7	6	32			12	5	25		
14	5	52	5,6	52	19	7,5	33	7,8	32	1	9	30	8,6	21
3	5,5	49			23	10	31			4	12	9		
6	7	55												
Distance de 1 500m.														
1	8	35			4	9,5	26			4	3	29		
3	13	22	11,5	33	3	11	22	11,8	20	1	8,5	13	11	17
6	13,5	42			7	15	14			9	21	10		

Pendant ces expériences, on constata de nouveau que les éclats de 20 à 30 grammes pouvaient être considérés comme efficaces, attendu que les moindres éclats de l'obus à double paroi, pesant environ 24 grammes, traversaient les panneaux de 0m,04 d'épaisseur. Or, on est convenu de regarder comme suffisante la force de pénétration des éclats lorsqu'ils peuvent perforer un panneau de 0m,027. Il est vrai que, dans le total des atteintes, on avait compté un certain nombre d'éclats qui étaient restés fichés dans le bois et d'autres qui n'avaient produit que de simples empreintes; mais les premières de ces atteintes correspondaient généralement aux points où le panneau était renforcé par des traverses; quant aux secondes, elles étaient dues sans doute à des ricochets.

L'obus ordinaire tiré avec une charge de 850 grammes de poudre à gros grains avait donné de meilleurs résultats qu'avec la charge réglementaire; toutefois, on ne crut pas

devoir adopter cette solution dont les avantages n'auraient pas suffisamment compensé les inconvénients qu'il y avait à allonger la chambre de toutes les bouches à feu, modifier le chargement des coffres et diminuer probablement de quelques coups l'approvisionnement des pièces.

En revanche, on jugea qu'il était opportun de poursuivre les essais avec les obus à double paroi, et, pour arriver à tirer de ces projectiles le maximum d'effet, étant admis qu'on pouvait réduire un peu le poids des éclats sans nuire à leur efficacité, on chercha à en accroître encore le nombre en augmentant légèrement le vide intérieur de façon à pouvoir y loger une charge d'éclatement plus forte.

On fit donc construire un nouveau modèle d'obus à double paroi (fig. 4) dans lequel on augmenta de 2 millimètres le diamètre du vide intérieur, ce qui diminua d'autant l'épaisseur des parois, et on porta la charge intérieure à 150 grammes. Le poids total de l'obus n'était guère diminué que de 100 grammes ; le nombre des lignes de rupture probable n'avait point été changé, mais, en augmentant la charge, on avait l'espoir d'augmenter le nombre réel des éclats.

Cependant, avant de continuer les essais, il était important de vérifier si le tir prolongé d'un obus plus lourd que l'obus ordinaire avec une charge supérieure à la charge réglementaire ne compromettrait pas la conservation de la pièce et ne produirait pas des agrandissements de diamètre trop sensibles. On visita donc avec le plus grand soin les deux canons qui avaient servi, l'un pour le tir de l'obus à double paroi à la charge de 800 grammes, l'autre pour celui de l'obus ordinaire à la charge de 850 grammes. Chacune de ces pièces avait tiré en tout 169 coups ; avec la première, on avait obtenu une vitesse initiale moyenne de 408 mètres, et, avec la deuxième, une vitesse de 450 mètres. Les résultats de la visite à l'étoile mobile semblèrent indiquer que les pièces avaient été soumises à des pressions intérieures un peu plus fortes qu'avec l'obus et la charge

réglementaires dans les conditions ordinaires du tir du canon de 7c, bien que l'appareil Rodman eût indiqué des pressions moindres. Le nombre des coups tirés ne pouvant être considéré comme suffisant, il était indispensable d'exécuter un tir prolongé avant de rien décider.

Pour la continuation des essais, on fit fabriquer 200 obus conformes au tracé de la figure 4, afin de pouvoir en même temps vérifier si l'accroissement du vide intérieur et, par suite, de la charge, avait bien réellement pour effet une augmentation appréciable du nombre des éclats.

C'est alors que l'on apprit en Italie les résultats obtenus en Autriche avec les obus à anneaux proposés vers la fin de l'année 1875 par le général Uchatius. Les obus autrichiens du calibre de 8c, dont le noyau intérieur était formé par la juxtaposition de 12 anneaux ayant chacun 10 dents, avaient donné, dans l'éclatement au repos, les résultats suivants :

Gros éclats	2
Moyens et petits éclats	135
Petits fragments	16

Soit un total de 137 éclats vraiment efficaces.

Dans le tir à obus chargés, on avait obtenu, sur trois rangées de panneaux placées l'une derrière l'autre (1), une moyenne de 69 atteintes par coup à 2 250 mètres, et de 107 à 1 500 mètres; ces résultats, de beaucoup supérieurs à ceux qu'avaient fournis les obus à double paroi essayés en Italie, engagèrent le gouvernement italien à mettre en essai des obus de ce genre, bien que l'on craignît que leur solidité ne fût pas suffisante pour qu'ils pussent pénétrer dans des obstacles résistants.

Des obus à anneaux pour calibre de 7c,5 furent construits d'après le tracé de la figure 5; les anneaux, au nombre de 9, avaient chacun 8 dents. On les tira comparativement avec les obus à double paroi du dernier modèle, c'est-à-dire à vide intérieur agrandi.

---

(1) Largeur de chaque rangée de panneaux, 36 mètres, hauteur 2m,70.

	OBUS à double paroi.	OBUS à anneaux.
Poids total de l'obus chargé . . .	$4^k,340$	$4^k,425$
Poids de la charge intérieure (poudre à mousquet).	0 ,170	0 ,150

L'éclatement au repos donna une moyenne de 50 éclats pour l'obus à double paroi du dernier modèle, tandis que les obus du modèle primitif n'en donnaient que 42. Les obus à anneaux fournirent une moyenne de 100 éclats.

Les tirs d'essai, pour la détermination des tables de tir, donnèrent les résultats suivants :

NOMBRE de coups.	OBUS.	POIDS de l'obus.	NATURE ET POIDS de la charge.		VITESSE à 32m de la bouche.	VITESSE initiale.	PRESSION en atmosphères
		kil.		gr.	mètres.	mètres.	
8	A anneaux	4,425	A gros grains (6 à 12mm)	820	405,9	411	954
8	A double paroi, 2e modèle.	4,345		820	409,9	416	985

Obus ordinaire . . . . . $c = 0,00000105$
Obus à anneaux . . . . . } $c = 0,0000009$
Obus à double paroi . . . . . }

De ces résultats, on pouvait conclure que la résistance de la pièce aurait pu permettre l'emploi d'une charge supérieure à celle de 820 grammes, mais, pour les raisons déjà données, relativement à la bonne conservation de la bouche à feu, on jugea plus prudent de se contenter de cette charge et d'une vitesse initiale d'environ 410 mètres. Il y avait encore une autre raison pour ne pas augmenter la charge, c'était la nécessité de ne pas soumettre à une trop forte épreuve la résistance des affûts. L'affût ordinaire s'était, il est vrai, déjà bien comporté dans le tir de l'obus lourd à forte charge ; la seule partie dont la résistance pouvait inspirer quelques doutes était la vis intérieure de pointage, mais il était facile d'y remédier.

Les résultats du tir de justesse sont consignés dans le tableau suivant :

NOMBRE des coups.	PORTÉE.	OBUS.	NATURE ET POIDS de la charge.	HAUSSE en millim.	ZONE contenant 50 % des coups. Haut.	Larg.	ANGLES de chute.	OBSERVATIONS.
	mèt.				mèt.	mèt.		
30	900	A double paroi (2e modèle). .	A gr. grains. 820s	27,9	0,84	0,62	2°23'32"	
30	900	A anneaux . . .	A gr. grains. 820	26,3	1,09	1,13	2°52'26"	
30	900	Ordinaire. . . .	Ordinaire.	31,0	0,80	0,80	2°28'	(Tables de tir).
50	1500	A double paroi (2e modèle) . .	A gr. grains. 820s	57,4	1,50	1,72	4°59'34"	
50	1500	A anneaux . . .	A gr. grains. 820	57,4	1,47	1,42	4°32'39"	
50	1500	Ordinaire. . . .	Ordinaire.	64,0	2,10	1,50	5°10'	(Tables de tir).

Dans le tir à obus chargés, les panneaux, disposés sur trois rangées comme précédemment, avaient $0^m,025$ d'épaisseur et étaient renforcés par des traverses d'égale épaisseur. On obtint les résultats suivants, à propos desquels il est bon de remarquer que, à la deuxième distance, les obus à anneaux furent tirés dans des conditions défavorables; le terrain en avant de la cible ayant été profondément labouré par les tirs précédents, quelques obus s'enterrèrent et ne produisirent que peu d'effet.

NOMBRE DES COUPS.	PORTÉE.	OBUS.	NATURE ET POIDS de la charge.	INTERVALLE MOYEN d'éclatement.	NOMBRE DES ATTEINTES sur les 3 rangées. Trous.	Empreintes.	Logements.	par coup (moyenne) sur la 1re rangée.	sur les 3 rangées.	OBSERVATIONS.
	mèt.									
20	900	A anneaux . . .	Gr. grains. 820s	5,0	868	218	84	28,5	58,5	
20	900	A double paroi (2e modèle) . .	Gr. grains. 820	9,5	510	77	53	15,5	26,6	
25	900	A double paroi (1er modèle). .	Gr. grains. 800	12,3	592	99	70	17,4	31,1	Expériences antérieures.
30	900	Ordinaire. . . .	Ordinaire . . .	18,0	341	29	14	6,3	12,8	
30	1500	A anneaux . . .	Gr. grains. 820s	2	674	139	104	14,7	30,6	
30	1500	A double paroi (2 modèle) . .	Gr. grains. 820	9	371	120	82	7,4	19,2	
35	1500	A double paroi (1er modèle). .	Gr. grains. 800	11,5	469	125	82	9,3	19,3	Expériences antérieures.
40	1500	Ordinaire. . . .	Ordinaire . . .	15,1	269	12	10	3,9	7,3	

Malgré les conditions désavantageuses dans lesquelles s'était trouvé placé l'obus à anneaux, on voit que l'effet produit par lui fut presque double de celui de l'obus à double paroi, et plus que quadruple de celui de l'obus ordinaire. Si l'on a égard au nombre des éclats fournis par les obus au repos, nombre qui est de 42 à 50 pour l'obus à double paroi, 24 pour l'obus ordinaire et de 100 pour l'obus à anneaux, on peut établir que le nombre des atteintes est proportionnel à celui des éclats fournis par l'éclatement au repos du projectile.

Des résultats obtenus, on peut également déduire qu'un panneau de 3 mètres de hauteur est atteint par environ le quart de ces éclats à 900 mètres et le sixième à 1 500 mètres.

Ces premiers essais ayant confirmé la supériorité de l'obus à anneaux sur les autres obus essayés jusqu'à ce jour, on avait à examiner s'il convenait de continuer les expériences avec ces projectiles dans le but de les substituer à l'obus réglementaire du canon de 7c. Mais, si l'on se décidait à changer en entier l'approvisionnement des batteries de 7c, on pouvait se demander quel était le moyen le plus pratique pour accroître l'efficacité, la justesse, la puissance et la tension du tir de cette bouche à feu.

La première solution qui se présentait était celle qui consistait à remplacer l'obus ordinaire par l'obus à anneaux expérimenté, qui était également emplombé, et allonger la chambre de façon à pouvoir employer la charge de 800 grammes environ de poudre à grains de 7 à 11 millimètres.

Pour rendre plus facile l'adoption de l'obus à anneaux, on pouvait se contenter de remplacer l'obus sans faire varier la charge de tir et, par suite, sans modifier la pièce. Les tirs des deux modèles d'obus, à la charge réglementaire de 550 grammes, différaient assez peu l'un de l'autre pour qu'on pût espérer pouvoir conserver la même table de tir. Et, en supposant que l'expérience prouvât qu'il en était

ainsi, on aurait eu l'avantage de pouvoir utiliser les obus ordinaires jusqu'à épuisement des approvisionnements.

Mais, d'un autre côté, comme on commençait à cette époque à reconnaître les avantages qu'il y avait à substituer à l'enveloppe de plomb des cordons en cuivre pour le forcement du projectile, on songea à essayer le tir des obus à cordons de cuivre dans le canon de 7ᶜ en bronze, afin de voir si l'usure de l'âme ne serait pas trop rapide et si les dégradations ne seraient pas assez importantes pour exclure l'emploi d'un pareil mode de forcement.

Ces nouveaux essais pouvaient conduire à deux solutions : ou bien substituer simplement un obus à anneaux muni de cordons de cuivre à l'obus ordinaire, sans changer la charge et, par suite, sans toucher aux dimensions actuelles de la chambre, ou bien changer le projectile comme on vient de l'indiquer et en même temps porter la charge à 800 grammes environ de poudre à grains de 7 à 11 millimètres en allongeant la chambre des pièces en conséquence. La première solution n'était possible que dans le cas où les mêmes tables de tir auraient pu servir pour les deux obus.

Les expériences que l'on entreprit alors avaient donc pour but :

1° Tir de l'obus *emplombé* à anneaux dans les canons réglementaires à la charge normale, afin de vérifier si la substitution à l'obus ordinaire de cet obus à anneaux, pesant 4ᵏ,500, pouvait s'effectuer sans changer les tables de tir, et de voir si le tir de ce projectile, plus lourd que l'autre, ne fatiguerait pas trop l'affût;

2° Tir de l'obus *emplombé* à anneaux dans un canon à chambre allongée, avec une charge de 800 grammes environ de poudre de 7 à 11 millimètres, afin de déterminer la vitesse du projectile et la justesse de tir et de s'assurer si la résistance de l'affût serait suffisante;

3° Tir de l'obus à anneaux avec *cordons de cuivre* dans les canons réglementaires à la charge réglementaire, afin

de reconnaître si l'emploi de ces obus était possible avec des canons en bronze ordinaire, et, dans le cas de l'affirmative, voir si la substitution pouvait avoir lieu sans changer les tables de tir ;

4° Tir du même obus dans un canon à chambre allongée à la charge de 800 grammes de poudre de 7 à 11 millimètres, afin de reconnaître, comme ci-dessus, la possibilité de l'emploi des obus à cordons de cuivre avec des canons en bronze ordinaire, et de déterminer en outre la vitesse du projectile et la justesse du tir dans ces nouvelles conditions.

Pour exécuter les expériences qui exigeaient un allongement de la chambre des pièces actuelles de 7ᶜ, et pour déterminer la grandeur de cet allongement, il fallait définir la charge à employer, charge qui devait être comprise entre 800 et 900 grammes environ, puisqu'on voulait avoir avec un obus plus lourd une vitesse supérieure à celle de l'obus ordinaire tiré à la charge de 550 grammes de poudre à canon.

En conséquence, on fit quelques essais de tir avec les canons de 7ᶜ en bronze ordinaire, dont la chambre avait déjà été allongée. Les vitesses initiales et les pressions intérieures furent mesurées pour des charges croissantes et des obus dont le poids était porté à 4ᵏ,300, c'est-à-dire au poids des obus à cordons de cuivre.

Voici les résultats de ces essais :

NOMBRE DES COUPS.	BOUCHES A FEU.	CHARGE.	LONGUEUR de la chambre.	VITESSE initiale.	PRESSION MOYENNE en atmosphères.	OBSERVATIONS.
		gr.	mét.	mét.		
6	Le Monate	800	0,192	398,50	895	Poudre de 7 à 11 mill.
4	Le Poscante . . .	850	0,201	423,40	915	
5	Le Porpetto . . .	850	0,208	416,85	1124	
6	Id.	900	0,210	434,04	1219	

Ces résultats démontraient que la charge de 800 grammes était insuffisante pour augmenter la vitesse initiale, et que celle de 900 grammes aurait donné une vitesse très-satisfaisante. Mais la charge de 850 grammes, donnant déjà une augmentation sensible de vitesse, on crut prudent de s'en tenir à ce chiffre afin d'avoir de moindres pressions intérieures, et cela non pas tant pour ménager la résistance de la pièce que pour éviter de compromettre celle de l'appareil de fermeture, dont le coin, sous des pressions qui excèdent certaines limites, aurait fini par se déformer.

Les essais de tir avec les obus à cordons de cuivre devaient se faire concurremment avec des pièces fondues dans des moules en sable et d'autres fondues en coquille.

L'expérience faite seulement avec des canons coulés en coquille n'aurait pas suffi pour résoudre la question de la possibilité d'emploi des obus à cordons de cuivre dans les canons de 7^{c} en service, attendu que le matériel comprenait encore un certain nombre de pièces coulées en sable. On prépara donc les bouches à feu suivantes pour le tir des obus à anneaux et à *cordons de cuivre:*

Un canon neuf, le *Nulvi*, à chambre allongée, coulé en sable à la fonderie de Naples;

Un canon neuf, le *Pontida,* à chambre allongée coulé en coquille à la fonderie de Turin, destiné aux essais de tir à la charge de 850 grammes;

Un canon neuf, le *Nuchas,* coulé en sable à la fonderie de Naples, destiné aux essais de tir à la charge ordinaire de 550 grammes.

Pour le tir des obus à anneaux *emplombés*, on devait employer un canon ordinaire en très-bon état, le *Pizzo,* avec lequel on devait exécuter le tir à la charge ordinaire, et dont on devait ensuite allonger la chambre pour l'employer au tir à la charge de 850 grammes.

Quant aux projectiles, on fit d'abord préparer des obus emplombés à anneaux, suivant les indications de la figure 6, sur laquelle sont représentés deux modes différents

de forcement; sous l'emplombage étaient ménagés des encastrements destinés à servir dans le cas de l'adoption éventuelle de cordons de cuivre. De cette façon, on se ménageait la possibilité de faire servir plus tard ces obus à anneaux dans les canons en métal plus résistant. Toutefois, on abandonna bientôt le modèle en question pour prendre celui indiqué figure 7, dans lequel on avait augmenté les intervalles entre les encastrements des deux couples de cordons. On fut conduit à cette modification parce que l'emploi d'un tube de chargement n'étant pas admis pour le canon de 7^{c}, le rapprochement des deux cordons pouvait faire craindre leur arrachement au moment de l'introduction du projectile dans la chambre. L'immersion des obus dans le bain de plomb eut souvent pour résultat la rupture des projectiles à hauteur des encastrements, là où le métal n'avait qu'une très-petite épaisseur, vis-à-vis des parties saillantes des anneaux internes. Cet inconvénient devait rendre impossible l'utilisation d'un grand nombre des obus que l'on recueille dans les polygones après le tir et qui n'auraient pas pu subir un deuxième emplombage, ou recevoir les cordons de cuivre.

C'est pourquoi on renonça presque aussitôt à fabriquer des projectiles de ce genre, et les obus emplombés, nécessaires aux expériences, furent établis comme l'indique la figure 8. Leur poids se trouva être de 4^{k},425.

Les obus à cordons de cuivre (fig. 9) pesaient 4^{k},300. L'organisation intérieure de ces projectiles était la même, le noyau intérieur était formé de 9 anneaux à 8 dents.

Tir des obus emplombés à anneaux dans les canons ordinaires à la charge réglementaire. — Quelques coups tirés pour déterminer la vitesse initiale et la pression intérieure donnèrent les résultats consignés dans le tableau suivant. On en a rapproché les données relatives à l'obus ordinaire empruntées à des expériences précédentes :

TABLEAU.

NOMBRE des coups.	PROJECTILE.	POIDS du projectile.	CHARGE.	VITESSE initiale.	PRESSION moyenne en atmosphères.	OBSERVATIONS.
		kil.	gr.	mètres.		
10	Obus à anneaux	4,425	550	364,32	1 246	c = 0,00000091
10	Obus ordinaire.	3,720	550	394,85	1 199	c = 0,00000108

On exécuta ensuite des tirs à trois distances différentes pour déterminer la justesse. Les résultats en sont donnés dans le tableau ci-dessous. Les obus se comportèrent très-bien pendant ce tir, et la visite de l'âme de la pièce, avant et après ces épreuves, fit reconnaître que la faible augmentation de pression n'avait eu aucune influence sur l'usure des cloisons. L'affût se comporta également très-bien ; après un tir de près de 100 coups, il ne présentait aucune trace de dégradations ou d'affaiblissement.

NOMBRE DES COUPS.	DISTANCES.	HAUSSE CORRIGÉE.	ANGLE de tir corrigé.	DÉRIVE CORRIGÉE.	TANGENTE de l'angle de chute.	DURÉE DU TRAJET.	ZONE contenant 50 p. 100 des coups.			OBSERVATIONS.
							Hauteur.	Largeur.	Profondeur.	
	mètr.	mill.		mill.	mill.	sec.	mètr.	mètr.	mètr.	
29	1 000	38,5	2°12'22"	0,4	»	2,9	0,88	0,88	»	Angle de relèvement, 0°22'8".
30	2 000	96,7	5°31'36"	0,7	124	6,5	2,69	2,24	23,99	
32	3 000	172,1	9°15'47"	3,4	»	11,1	»	4,45	34,28	

Les résultats de ce tableau ayant permis d'établir par la méthode des moindres carrés une relation entre les angles de tir et les distances, on s'est servi de cette relation pour calculer tous les éléments du tir de 200 en 200 mètres. Le tableau suivant contient ces données mises en regard des données correspondantes de l'obus ordinaire :

DISTANCES.	HAUSSE.		TANGENTE des angles de chute.		VITESSE.		FORCE VIVE.		ZONE contenant 50 p. 100 des coups.			
									Hauteur.		Longueur.	
	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.	Obus à anneaux.	Obus ordinaire.
mè.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	t.-m.	t.-m.	mill.	mill.	mill.	mill.
0	»	»	»	»	366	400	31	30	»	»	»	»
200	1	2	8	7	341	368	27	26	»	»	»	»
400	9	10	17	15	327	342	24	22	0,2	0,2	0,3	0,3
600	18	18	27	25	312	321	22	20	0,4	0,4	0,5	0,5
800	24	26	39	37	299	304	21	18	0,6	0,6	0,7	0,7
1 000	38	36	52	50	289	289	19	16	0,9	0,9	0,9	0,9
1 200	48	46	66	65	279	277	18	15	1,1	1,3	1,1	1,1
1 400	60	58	80	81	271	266	17	14	1,4	1,8	1,4	1,4
1 600	72	70	96	99	265	256	16	13	1,8	2,4	1,6	1,6
1 800	84	82	113	119	259	247	16	12	2,2	3,2	1,9	2,0
2 000	97	96	131	140	253	240	15	11	2,7	4,0	2,2	2,3
2 200	111	110	150	163	248	232	14	10	3,3	5,1	2,6	2,7
2 400	125	126	169	187	244	226	14	10	4,2	6,3	3,0	3,2
2 600	140	142	190	213	240	220	13	9	5,2	7,6	3,4	3,7
2 800	156	158	212	241	236	215	13	9	6,5	9,1	3,9	4,2
3 000	173	176	235	270	233	210	12	8	8,0	10,9	4,4	4,8

Ce tableau fait ressortir que la substitution à l'obus actuel de l'obus emplombé à anneaux aurait fait gagner quelque chose en force vive ; que la justesse du tir aurait été légèrement améliorée, et que la tension de la trajectoire, diminuée aux distances moindres que 2 000 mètres, aurait été un peu augmentée aux distances plus grandes. Quant à la condition essentielle, c'est-à-dire la possibilité de faire usage des mêmes tables de tir pour les 2 projectiles, les nombres contenus dans la colonne des hausses font voir qu'elle aurait été satisfaite dans la limite des expériences exécutées. En effet, jusqu'à 3 000 mètres, la différence entre les deux hausses correspondantes ne dépasse jamais 2 millimètres, quantité moindre que les variations apportées souvent aux données des tables de tir par les circonstances atmosphériques.

Toutefois, ces faits méritaient confirmation, et c'est pour-

quoi on décida qu'il serait exécuté trois nouvelles séries de tir à 1 000, 2 000 et 3 500 mètres, avec la même pièce. Les résultats de cette deuxième épreuve confirmèrent pleinement les déductions tirées de la première, à savoir que les deux obus pouvaient être mis simultanément en service et que la substitution aurait pu être faite de suite, entraînant avec elle l'avantage essentiel d'un plus grand fractionnement de l'obus.

Mais c'était le seul avantage de cette solution, et il aurait fallu se résoudre, en revanche, à voir diminuer d'une façon notable la vitesse initiale du canon de campagne du plus faible calibre, alors que la tendance générale de toutes les artilleries était précisément d'augmenter cette vitesse.

Tir des obus à anneaux avec cordons de cuivre dans des canons en bronze ordinaire à chambre allongée, à la charge de 850 *grammes de poudre de* 7 à 11 *millimètres.* — Avec les canons le *Nulvi* (coulé en sable) et le *Pontida* (coulé en coquille), on devait exécuter des tirs prolongés, afin d'être complètement fixé sur l'usure produite par les cordons de cuivre dans l'âme de la pièce et sur l'influence que cette usure devait exercer sur le tir. On devait toutefois alterner les séries du tir de justesse avec d'autres séries de coups destinés uniquement à éprouver la pièce à outrance. Enfin, on devait mesurer les diamètres de l'âme après chaque série de tir de justesse.

Les vingt premiers coups furent tirés, avec chaque pièce, à 1 000 mètres. Après ce tir, on mesura les diamètres intérieurs et l'on reconnut que le diamètre des cloisons était sensiblement augmenté. Dans le canon coulé en coquille, l'augmentation était de 1 millimètre à la culasse et $^1/_2$ millimètre vers la bouche. Dans le canon coulé en sable cette augmentation atteignait $1^{mm},5$ à la culasse et $0^{mm},65$ à la volée.

Malgré cette usure rapide du métal, on n'en poursuivit pas moins les expériences. Après soixante autres coups, on recommença le tir de justesse à 1 000 mètres, et l'âme

fut visitée de nouveau. On constata que le diamètre des cloisons avait subi une augmentation nouvelle, mais relativement bien moindre que celle qu'on avait trouvée après les vingt premiers coups. En effet, après ce total de cent coups, le canon coulé en coquille présentait aux cloisons un agrandissement maximum de $1^{mm},8$ à la culasse et de $0^{mm},5$ à la bouche, et pour l'autre canon les variations correspondantes étaient de $2^{mm},10$ et $0^{mm},65$.

Les agrandissements de la chambre et du fond des rayures furent trouvés presque égaux à ceux que l'on constate habituellement avec l'obus et la charge ordinaires.

Après les tirs dont il vient d'être question, les rayures avaient encore une profondeur de 3 à 4 dixièmes de millimètre à la culasse et d'environ 1 millimètre à la volée. Le diamètre au fond des rayures ne s'étant pas sensiblement augmenté, le projectile restait toujours forcé, et comme quelques dixièmes de millimètre pouvaient suffire pour imprimer un mouvement de rotation régulier à l'obus muni de cordons de cuivre, on n'avait aucune raison de supposer que dans la deuxième série d'expériences la justesse du tir eût été diminuée. En réalité, cette justesse fut trouvée un peu plus grande dans la deuxième série que dans la première. Un pareil fait ne doit pas être considéré comme purement accidentel; on peut l'expliquer en observant que, dans les canons neufs, les cordons de cuivre devaient être entaillés par les cloisons suivant des sillons de $1^{mm},3$ de profondeur, dès les premiers instants du mouvement du projectile, tandis que, pendant la seconde série de tir, ces sillons ne pouvaient avoir, à l'origine du mouvement, qu'une profondeur de quelques dixièmes de millimètre, profondeur qui allait graduellement en augmentant jusqu'à la bouche. Il n'est donc pas impossible que, par suite du forcement progressif et de la moindre résistance dans les premiers instants, le mouvement du projectile dans l'âme fût devenu plus régulier. Ce même fait

expliquerait encore pourquoi, dans la deuxième série, on dut employer une hausse sensiblement plus grande que dans la première : en effet, l'augmentation de la hausse accuse une diminution de vitesse initiale ; or cette diminution provenait d'une pression moindre des gaz ayant pour cause une moindre résistance opposée au départ par le projectile. Cette moindre pression des gaz ne pouvait pas d'ailleurs en pareil cas être attribuée à une augmentation de l'espace dans lequel les gaz prenaient leur expansion initiale, augmentation due à l'usure des cloisons qui pouvait permettre au projectile de prendre une position plus avancée dans l'âme de la pièce, attendu que, pendant tout le tir, on avait pris la précaution d'assurer toujours la position initiale du projectile telle qu'elle aurait été dans une pièce neuve.

Quant à la différence que l'on rencontre entre les hausses employées avec les canons le *Nulvi* et le *Pontida*, on pouvait l'attribuer aux fuites de gaz autour de l'anneau obturateur qu'on constata sur la première de ces pièces dans presque tous les tirs.

On jugea convenable de procéder au tir de cent autres coups par pièce, les vingt derniers étant l'objet d'un tir de justesse, puis, ayant visité l'âme de nouveau, on trouva que les agrandissements dus à ces cent nouveaux coups étaient presque insensibles.

Toutefois, les essais furent poussés jusqu'au total de sept cents coups par pièce, chaque série de quatre-vingts coups étant suivie d'une série de vingt coups de justesse à 1 000 mètres, et l'âme étant visitée tous les cent coups.

On a résumé dans un premier tableau tous les résultats des tirs de justesse, et, dans un second, un certain nombre de visites des pièces propres à donner une idée des effets successifs du tir :

TABLEAU.

Numéro d'ordre des séries de justesse.		1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre de coups tirés avant chaque série		0	80	180	280	380	480	580	780
Le Peuldés.	Hausse corrigée employée. millim.	31,6	33,3	33,1	32,7	32,8	32,6	33,8	33,8
	Zone contenant 50 p. 100 des coups. Hauteur métr.	0,67	0,52	0,51	0,72	0,90	0,78	0,71	0,47
	Zone contenant 50 p. 100 des coups. Largeur. métr.	1,07	0,69	1,14	0,78	0,37	0,73	0,52	0,98
Le Nalvi.	Hausse corrigée employée. millim.	33,5	36,9	36,3	31,2	31,4	36,6	35,9	36,1
	Zone contenant 50 p. 100 des coups. Hauteur. métr.	1,09	0,78	0,60	0,45	0,54	0,51	0,69	0,93
	Zone contenant 50 p. 100 des coups. Largeur. métr.	0,79	0,65	0,84	0,40	0,52	0,53	0,40	0,55

DIFFÉRENCES EN MILLIM. ENTRE LES DIAMÈTRES MESURÉS ET CEUX DES TABLES DE CONSTRUCTION

ENTRE LES CLOISONS.		DISTANCES A LA TRANCHE DE LA BOUCHE :								
		1m,25 après un nombre de coups de			1m,00 après un nombre de coups de			0m,10 après un nombre de coups de		
		100	300	700	100	300	700	100	300	700
Le Peuldés.	1-7	1,75	1,70	2,20	0,80	0,70	0,85	0,60	0,40	0,50
	2-8	1,70	1,75	2,20	0,90	0,75	0,95	0,65	0,35	0,45
	3-9	1,70	1,80	2,20	0,85	0,75	0,95	0,60	0,40	0,50
	4-10	1,65	1,85	2,15	0,85	0,80	1,00	0,60	0,40	0,45
	5-11	1,70	2,0	2,20	0,90	0,75	0,90	0,60	0,35	0,45
	6-12	1,80	1,75	2,15	0,85	0,75	0,85	0,60	0,40	0,50
Le Nalvi.	1-7	2,10	2,25	2,20	0,80	1,00	1,05	0,60	0,60	0,60
	2-8	2,10	2,15	2,30	0,90	1,00	0,95	0,65	0,60	0,60
	3-9	1,90	2,15	2,20	0,85	1,00	1,00	0,60	0,60	0,60
	4-10	1,80	2,05	2,20	0,85	0,95	1,00	0,60	0,60	0,60
	5-11	1,80	2,15	2,25	0,90	0,95	1,00	0,60	0,55	0,60
	6-12	2,00	2,15	2,25	0,85	0,90	1,00	0,60	0,50	0,55

L'examen de ces tableaux semble autoriser les conclusions suivantes :

1° L'usure des cloisons par les cordons de cuivre se produit presque en entier pendant les cent premiers coups et les augmentations de diamètre sont insensibles après trois cents coups ;

2° La justesse du tir, loin de diminuer, va pour ainsi dire en croissant avec le nombre des coups; elle l'emporte toujours de beaucoup sur celle du tir des obus réglementaires tirés à la charge normale;

3° Les variations de la hausse sont faibles d'une série à l'autre, et ne dépassent pas celles qui se produisent dans le tir ordinaire par suite des conditions atmosphériques. Leurs irrégularités ne sauraient être imputées à l'usure de la pièce.

Tir des obus emplombés à anneaux dans un canon à chambre allongée, à la charge de 850 *grammes de poudre de* 7 *à* 11 *millimètres.* — Après les expériences exécutées avec l'obus emplombé à anneaux, tiré à la charge de 550 grammes de poudre ordinaire, on avait fait allonger la chambre du canon *le Pizzo*, de manière à lui permettre de contenir une charge de 850 grammes de poudre de 7 à 11 millimètres, et l'on fit, avec cette pièce, les tirs suivants :

Dix coups pour une première mesure de la vitesse;

Trois séries de tir de justesse à 1 000, 2 000 et 3 000 mètres;

Dix coups pour une deuxième mesure de la vitesse.

Les résultats des tirs de justesse sont résumés dans le tableau suivant. Quant à la vitesse initiale, elle fut trouvée en moyenne de 417 mètres à la première mesure et 411 mètres à la deuxième.

DISTANCE.	NOMBRE des coups.	HAUSSE corrigée.	TANGENTES des angles de chute (en millièm.)	ZONE contenant 50 % des coups.		
				Hauteur.	Largeur.	Profondeur.
mètres.		millim.		mètres.	mètres.	mètres.
1 000	30	31,7	»	1,00	1,03	»
2 000	40	82,8	133	2,89	1,81	26,53
3 000	50	152,0	206	6,34	4,43	33,87

Les chiffres de ce tableau paraissaient démontrer suffisamment que l'accroissement de la charge n'entraînait pas une augmentation considérable de la justesse ni de la tension de la trajectoire, et que la solution à laquelle se rapportait l'expérience exécutée n'aurait pas offert des avantages suffisants pour compenser les frais qu'auraient entraînés l'allongement de la chambre et le changement des munitions.

Tir des obus à anneaux avec cordons de cuivre avec le canon et la charge réglementaires. — On exécuta un tir de cent coups, divisé en 3 séries de tir de justesse avec le canon *le Nuchas*, nouvellement coulé en sable. Le résultat de ces essais fit bientôt reconnaître que le tir de l'obus à anneaux et à cordons de cuivre, quoique exécuté à la charge réglementaire, différait trop de celui de l'obus ordinaire, pour qu'on pût se servir de tables de tir communes, et, par suite, admettre la possibilité de l'existence simultanée dans le service des deux modèles d'obus.

A toutes les distances on dut employer des hausses beaucoup plus fortes que celles correspondant au tir de l'obus ordinaire, et la différence alla de 4 jusqu'à 18 millimètres lorsqu'on passa des petites distances aux plus grandes.

De l'ensemble de toutes ces expériences, il parut résulter que les obus à cordons de cuivre pouvaient être employés sans inconvénient dans le canon de bronze ordinaire, quel que fût le mode de coulée. Si l'on voulait augmenter l'efficacité du tir du canon de 7ᶜ sans recourir à un nouvau modèle de bouche à feu, la solution la plus convenable était de substituer à l'obus ordinaire, l'obus à anneaux et à cordons de cuivre, et de remplacer la charge réglementaire de poudre à canon par celle de 850 grammes de poudre à gros grains, de 7 à 11 millimètres, en allongeant la chambre des canons.

Mais, avant de prendre une pareille résolution, on décida que l'on ferait encore de nouvelles expériences pour déterminer la puissance d'éclatement de ce modèle d'obus

dans le tir aux différentes distances, ainsi que la justesse du tir aux distances supérieures à 1 000 mètres, limite qu'on n'avait pas dépassée dans les essais exécutés avec les canons *le Nulvi* et *le Pontida*.

En outre, comme dans le tir primitif de sept cents coups, on avait constamment exécuté la charge de telle façon que le projectile occupât toujours la même position dans la chambre, tandis qu'en réalité dans le service courant le projectile est poussé par le refouloir jusqu'à ce qu'il soit arrêté par la rencontre des cloisons des rayures, on voulut déterminer quelle pouvait être sur les résultats du tir l'influence de ces irrégularités de chargement. On exécuta donc, avec les deux canons, vingt tirs de justesse à 1 000 mètres, en recommandant aux servants d'exécuter la charge suivant les prescriptions de la théorie et l'on recueillit les résultats ci-dessous :

		LE NULVI.	LE PONTIDA.
Hausse corrigée . . . . . mill.		36,5	33,25
Zone contenant la moitié de coups.	Hauteur. mètr.	0,45	0,67
	Largeur. id.	0,86	0,82

Si l'on compare ces résultats avec ceux du premier tableau de la page 51, on voit que les différences dans la position de chargement n'ont pas d'influence sensible sur le tir.

Après cette épreuve, il n'y avait donc plus lieu de se préoccuper de l'usure des cloisons au point de vue de la différence qui en résultait pour la position initiale du projectile dans l'âme, suivant que la pièce était neuve ou avait tiré un certain nombre de coups.

On exécuta alors avec chacune des deux pièces les expériences suivantes :

Un tir de justesse de trente coups à 3 000 mètres. Cette expérience fut faite avec des obus chargés, mais dont la

fusée avait été remplacée par un tampon de zinc fermant bien hermétiquement. Elle avait pour objet de vérifier la bonne fabrication des obus à anneaux, et de voir s'il ne se produirait pas d'éclatements prématurés dus à des infiltrations de gaz à travers les parois du projectile;

Puis une série de douze coups à 900 mètres;

Une série de dix-sept coups à 1 500 mètres;

Une série de vingt et un coups à 2 000 mètres.

Les projectiles chargés étaient armés de leur fusée; on employa encore pour le but la même disposition qui avait servi avec les obus Zanolini et les obus à double paroi, c'est-à-dire 3 rangées de panneaux distantes de 20 mètres.

Les résultats du tir de justesse sont résumés dans le tableau suivant et comparativement avec ceux du canon de 9c ARC (Ret.).

On voit que la justesse du tir de l'un des canons est plus grande et celle de l'autre presque la même que celle du canon de 9c.

En comprenant les coups d'essai pour la détermination de la hausse, on tira en tout 78 obus chargés, sans qu'on eût constaté aucun accident.

NOMBRE des coups.	DISTANCE.	CANON.	ZONE contenant la moitié des coups. Hauteur.	Largeur.	OBSERVATIONS.
	mèt.		mètres.	mètres.	"
30	3000	Le *Nulvi*	3,66	2,94	Les données du canon de 9c sont tirées des tables de tir.
30	"	Le *Pontida*	5,46	3,36	
"	"	Canon de 9c ARC (Ret.).	3,85	4,10	

Les résultats du tir d'éclatement sont réunis dans un autre tableau, en regard de ceux relatifs aux obus ordinaires fournis par des expériences antérieures.

TABLEAU.

NOMBRE des coups.	OBUS.	DISTANCE à la 1re rangée.	INTERVALLE moyen d'éclatement.	MOYENNE des atteintes sur les 3 rangées.	MOYENNE des atteintes sur la 1re rangée.	OBSERVATIONS.
		mètres.	mètres.			
24	A anneaux.	900	22	53	30	Y compris 1 coup long.
30	Ordinaire. .	Id.	18	13	6	
34	A anneaux.	1 500	5	49	23	Y compris 9 coups longs.
40	Ordinaire. .	Id.	15	7	4	
42	A anneaux.	2 000	10	35	21	Y compris 5 coups longs.

N. B. — Dans le nombre des atteintes sur la 1re rangée de panneaux, on n'a compris que les *trous* et les *logements*, et non les simples *empreintes*.

Ces résultats démontrent la grande supériorité du nouvel obus.

Ils pouvaient donc clore la série des expériences qui sont nécessaires pour conduire à une décision au sujet d'une transformation de l'approvisionnement, si l'on n'avait pas jugé convenable d'exécuter un dernier essai pour éclaircir un doute qui aurait pu s'élever relativement à l'emploi des obus à cordons de cuivre dans les canons en bronze ordinaire. Les résultats des tirs successifs de justesse, exécutés avec les canons *le Nulvi* et *le Pontida*, à la distance de 1 000 mètres, montraient, ainsi qu'on l'a déjà fait observer, que la justesse du tir, au lieu de diminuer, allait en augmentant du commencement à la fin du tir, et que les hausses ne variaient pas beaucoup dans les séries successives. Or, comme on n'avait tiré qu'à 1 000 mètres, il était bon de s'assurer que le fait se vérifiait encore à d'autres distances et principalement aux grandes. C'est ce qu'il était impossible de faire avec le *Nulvi* et le *Pontida*, pièces qui avaient déjà supporté toute l'usure que peuvent produire les cordons de cuivre. On songea donc à se servir du *Pizzo*, qui n'avait tiré jusqu'à ce moment que des obus emplombés, et dont l'âme devait encore se trouver dans de bonnes conditions ; la chambre avait été allongée. La visite

intérieure de cette pièce indiqua un agrandissement maximum de $0^{mm},7$ entre les cloisons vers la culasse et de $0^{mm},2$ à la volée. On exécuta avec cette bouche à feu les séries de tir suivantes :

Cinq coups pour mesurer la vitesse initiale;
Trente coups, comme tir de justesse à 2 500 mètres;
Deuxième mesure de la vitesse;
Trente coups, comme tir de justesse à la distance ci-dessus ;
Troisième mesure de la vitesse ;
Trente coups, tir de justesse toujours à la même distance.

Les trois séries du tir de justesse ne purent être exécutées le même jour ; c'est pourquoi, en tenant compte des conditions atmosphériques, on dut calculer les variations de portée dues aux variations de densité de l'air. Les résultats sont inscrits dans ce tableau :

DISTANCE 2 500m.		1re série.	2e série.	3e série.
Poids du mètre cube d'air.		1,175	1,175	1,189
Corrections de portée correspondantes.		— 20,80	— 21,10	— 11,80
Hausse rectifiée	mill.	125,2	125,3	125,5
Vitesse initiale.	mét.	409,68	413,05	412,96

La visite de l'âme du *Pizzo* après le tir fit voir que les cordons de cuivre avaient produit les mêmes effets d'usure que dans le *Nulvi* et le *Pontida* ; c'est pourquoi les trois séries successives ayant exigé les mêmes hausses et donné presque les mêmes vitesses, on peut en conclure que l'usure dont il s'agit ne change pas les conditions essentielles du tir de la pièce.

Au point de vue de la justesse, les résultats de l'expérience confirmèrent le fait déjà observé dans les deux autres canons, que la justesse augmente avec la progression du tir, ainsi qu'on peut s'en convaincre à l'inspection du tableau ci-après, où sont résumés les résultats des

trois séries du tir de justesse, comparés avec les éléments correspondants du tir à obus ordinaires :

DISTANCE 2 500m.		OBUS ORDINAIRE.	OBUS A ANNEAUX ET A CORDONS DE CUIVRE.		
			1re série.	2e série.	3e série.
Zone contenant la moitié des coups.	Hauteur métr.	6,90	4,25	5,16	3,47
	Largeur id.	3,40	3,28	3,52	3,27

Les différents essais de tir devaient encore avoir pour but de déterminer comment se comportait l'affût du canon de 7c, à chargement par la culasse, dans les nouvelles conditions qui lui étaient faites, soit par le seul changement de l'obus, soit par le changement de l'obus combiné avec une augmentation de la charge.

Bien qu'on présumât que les affûts résisteraient convenablement à un tir même prolongé, on craignait néanmoins que la petite vis de pointage n'eût à souffrir de ce nouveau tir. Aussi, avant de commencer les expériences, avait-on préparé deux affûts dans lesquels l'appareil de pointage avait été renforcé, afin de les substituer à l'affût ordinaire s'il y était survenu quelque dégradation. Toutefois, cette éventualité ne se produisit point, les quatre affûts employés pendant tout le cours des expériences ne souffrirent en aucune façon. Deux de ces affûts, ayant servi dans les premiers essais avec le *Nulvi* et le *Pontida*, résistèrent très-bien à plus de sept cents coups. En conséquence, le double changement de l'obus et de la charge ne devait entraîner aucune modification dans les affûts de 7c.

La conclusion de ces expériences est que, des quatre solutions auxquelles elles se rapportent, la seule convenable consistait à remplacer l'obus ordinaire et la charge réglementaire par l'obus à anneaux avec cordons de cuivre tiré à la charge de 850 grammes de poudre de 7 à 11 millimètres. Cette solution était la seule qui eût l'avantage

d'augmenter en même temps les effets d'éclatement et la vitesse initiale, et, par suite, la puissance et la justesse du tir.

Cependant, la substitution d'un obus à l'autre devait avoir pour conséquence la diminution du nombre des coups de l'approvisionnement d'une pièce, si l'on ne voulait pas augmenter le poids de l'avant-train et du caisson. Cette diminution devait être de six coups par coffre, mais il était évident que, relativement à l'augmentation d'effet de chaque coup, la diminution du nombre total des munitions transportées serait tout à fait négligeable.

Si l'on adoptait l'obus à anneaux et à cordons de cuivre, il convenait d'adopter aussi pour le shrapnel le même système de forcement. Un certain nombre de shrapnels de 7c à cordons de cuivre avaient été déjà expérimentés en prévision de cette éventualité. Ces projectiles contenant quelques balles de plus que le shrapnel réglementaire, donnèrent des résultats supérieurs, ce qui était prévu, car l'efficacité du tir à shrapnels dépend en grande partie de la justesse du tir, et celle-ci augmente avec le forcement par les cordons de cuivre.

Dès lors, on possédait tous les éléments nécessaires pour opérer la transformation de l'approvisionnement et augmenter l'efficacité du canon de 7c BR de campagne.

Traduit par V.-Ch. Michel
Chef d'escadron d'artillerie.

(*A suivre.*)

MESURE DES DISTANCES

DANS

LES BATTERIES DE CÔTE

(PL. I.)

Certaines côtes possèdent une batterie haute et une batterie basse qui se correspondent et qui ont à peu près les mêmes vues. La batterie haute employant, pour la mesure des distances, un télémètre de dépression, M. le commandant Heintz a recherché un moyen pratique de faire profiter la batterie basse des observations faites à l'autre batterie. (*N. d. l. R.*).

La mesure des distances du but dans les batteries de côte au moyen des télémètres et télomètres à base horizontale, employés pour le service de campagne (*Télémètre Gautier, Télomètre Goulier*), est à peu près impraticable par cette raison que la forme du terrain ne permet qu'exceptionnellement de trouver une base perpendiculaire à la direction du but.

Les moyens pratiques pour mesurer ces distances nous paraissent être de deux espèces :

1° Mesure de la distance par des recoupements avec les batteries voisines. Cette méthode est possible partout ; elle a l'avantage d'une grande base et par conséquent d'une grande exactitude. Elle donnera la distance soit au moyen de tables, soit au moyen d'un graphique.

Elle peut donner lieu à des erreurs, en présence d'une escadre, si les deux observateurs ne sont pas d'accord sur le bâtiment visé. Nous n'avons pas d'ailleurs l'intention de traiter cette question.

2° Mesure de la distance au moyen de la dépression du but au-dessous de l'horizontale, c'est-à-dire au moyen d'un télémètre à base verticale. C'est la méthode dont nous nous proposons d'étudier l'application aux batteries de côte d'une grande rade.

Exactitude qu'on peut obtenir avec des télémètres à base verticale.

Les expériences exécutées en Italie [1] donnent pour le télémètre Parravicino et l'autostadiomètre Plebani, une erreur moyenne de 9 mètres et de $11^m,90$, avec une base de 50 mètres. Bien que le texte ne le dise pas explicitement, nous admettrons que ce ne sont pas les erreurs absolues, mais bien les erreurs pour 1 000 mètres, de sorte que l'erreur absolue peut être estimée à peu près à 1 p. 100 de la distance.

Il faut compter sur une approximation au moins double pour les batteries dont l'altitude dépasse 100 mètres, soit $\frac{1}{2}$ p. 100 de la distance.

Utilisation des télémètres de dépression pour les batteries basses.

Soit B une batterie basse (fig. 1), A une batterie haute munie d'un télémètre de dépression permettant de lire la distance ; soit :

x la distance du but,
d la distance AB des deux batteries,
y la distance du but à la batterie basse,
α l'angle XAB,
nous avons :

$$y^2 = d^2 + x^2 - 2dx \cos \alpha \qquad (1)$$

Cette formule nous permettra de construire pour différents angles α soit une table, soit un graphique don-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, 15 décembre 1877, p. 231.

nant pour chaque distance x observée la distance y cherchée.

Nous entrerons dans quelques détails sur la construction du graphique:

L'équation (1) est, en coordonnées rectangulaires, celle d'une hyperbole équilatère ayant pour axes l'axe des x et une parallèle à l'axe des y à une distance $d \cos \alpha$. Les coordonnées du sommet de la courbe sont :

$$x = d \cos \alpha \qquad y = d \sin \alpha.$$

Cherchons le lieu de tous les points correspondant à une abscisse :

$$x = a + d \cos \alpha \tag{2}$$

Substituant cette valeur dans (1), nous aurons, en réduisant :

$$y^2 = a^2 + d^2 - d^2 \cos^2 \alpha \tag{3}$$

Éliminant $\cos \alpha$ entre (2) et (3), nous avons :

$$y^2 + x^2 - 2ax = d^2 \tag{4}$$

C'est l'équation d'un cercle de rayon $\sqrt{a^2 + d^2}$, dont le centre est situé sur l'axe des x à une distance a de l'origine.

Cette propriété nous donne un moyen très-simple de construire les courbes sans aucun calcul.

Traçons de l'origine O (fig. 2), comme centre, un cercle de rayon, d. Soit MOD un angle α, nous aurons OP $=$ $d \cos \alpha$ et MP$=d \sin \alpha$. M sera donc le sommet de la branche supérieure de l'hyperbole correspondante.

Soit OA $= a$, nous aurons AB $= \sqrt{a^2 + d^2}$.

Traçons du point A comme centre avec AB comme rayon, un arc de cercle. Menons Ee parallèle à Aa à une distance AE $=$ oP $= d \cos \alpha$. L'intersection R de ces deux lignes sera un point de la courbe correspondant à la valeur particulière prise pour α.

En opérant sur un papier quadrillé, et donnant à a et α des valeurs suffisamment rapprochées (on peut faire varier α de 10 en 10 degrés et a de 500 en 500 mètres pour les petites

distances, et de 1000 en 1 000 mètres pour les grandes), on obtiendra très-rapidement le tracé des courbes correspondant aux différents angles α.

Le graphique de la planche I donne une idée du tracé qu'on peut avoir à exécuter pour opérer suivant cette méthode ; l'échelle des distances est de $\frac{1}{20000}$, de sorte que 1 millimètre du dessin correspond à 20 mètres.

Examinons la manière d'opérer :

L'observateur A de la batterie haute détermine la distance x, un aide lit en même temps l'azimut α à un degré près.

Supposons que nous ayons trouvé $x = 3750$ mètres et $\alpha = 33°$, l'observateur lira sur le graphique la distance y pour l'azimut de $30° = 2660$ mètres. A la même abscisse, la variation de y entre les azimuts de 30° et de 40° est de 180 mètres, soit 54 mètres pour 3 degrés, la distance cherchée est donc de 2 714 mètres.

Elle sera envoyée par le télégraphe à la batterie B.

Avec un peu d'habitude, ces diverses opérations, qui sont simples, se feront très-rapidement.

Nous ferons encore remarquer qu'un observateur, placé dans une batterie haute, apprécie avec facilité et netteté les écarts du tir en portée. Il pourra, par suite, donner à la batterie basse des indications précieuses pour la correction du tir.

C'est une raison de plus, toutes les fois que les circonstances le permettront, pour doter chaque batterie basse d'un observatoire placé dans une batterie haute correspondante.

A. Heintz,
Chef d'escadron d'artillerie.

MANŒUVRE DE NUIT

DE

L'ARTILLERIE DE FORTERESSE RUSSE

A BOBROUISK

D'après le colonel A. BERLINSKYE

(Extrait du *Journal d'artillerie russe.*)

Pour compléter la série des exercices exécutés par l'artillerie de forteresse russe à Bobrouisk en 1879, on avait décidé que, dans une manœuvre générale, on mettrait en batterie l'armement de défense de certaines parties de la fortification. On voulait se rapprocher, autant que possible, des conditions du temps de guerre, et pour cela: 1° exécuter la manœuvre pendant la nuit et à l'improviste, à un signal d'alarme; 2° pendant les divers travaux, simuler des interruptions et des pertes d'hommes comme si l'on était sous le feu de l'ennemi; 3° faire feu des pièces de l'armement de sûreté qui se trouvaient dans le rayon des ouvrages qu'on devait mettre en état de défense.

Voici le plan général ou, si l'on veut, le thème de la manœuvre :

On suppose que l'on s'aperçoit que l'assiégeant ouvre la première parallèle : c'est à ce moment que part le signal d'alarme. Il faut mettre en batterie sur deux bastions du front d'attaque sept bouches à feu de l'armement de défense, en se servant d'attirails et de machines, principalement de cabestans, en employant le plus petit nombre possible d'hommes, et de telle façon qu'à l'aurore toutes les pièces soient complètement installées et puissent ouvrir le feu.

Le nombre de servants dont on disposait aurait permis de donner à la manœuvre une plus grande extension, mais on se limita par raison d'économie, pour ménager le matériel et ne rien employer de plus, notamment en fait de plates-formes, que ce qui avait déjà servi dans les exercices précédents.

L'exécution de la manœuvre était répartie ainsi qu'il suit entre quatre compagnies d'artillerie de forteresse qui avaient à mettre en batterie, savoir :

La première, sur la face gauche du bastion III, deux canons de 24 livres, rayés, courts, sur affûts de siège ;

La deuxième, sur la face droite du même bastion, deux canons de 24 livres, rayés, courts, dont un sur affût de siège et l'autre sur affût haut de place modèle 1877 ;

La troisième, sur la face du demi-bastion I, longeant la rivière, un canon de 12 livres, rayé, en fonte, sur affût de siège et un mortier de 6 pouces, rayé, sur affût Seme of ;

La quatrième, sur la face gauche du même demi-bastion, un canon de 12 livres, rayé, en fonte, sur affût Nasfiètévitch.

Toutes ces bouches à feu devaient être installées sur les plates-formes correspondantes du type 1876, sauf le mortier qui devait avoir une plate-forme du type 1869 déjà construite dans les exercices précédents.

Chaque compagnie fournit d'abord le peloton de servants nécessaire pour l'exécution des pièces qu'elle avait à mettre en batterie et, en outre, un détachement auxiliaire pour les manœuvres de force.

Ainsi :

	Servants des pièces.	Travailleurs.	Total.	
La 1re compagnie fournit. .	10	25	35	hommes.
La 2e — — . .	10	20	30	—
La 3e — — . .	10	20	30	—
La 4e — — . .	5	15	20	—
Totaux . . .	35	80	115	—

Pour fixer ces chiffres, on est parti de ce principe que, dans un siège véritable, il serait impossible d'emprunter des travailleurs à l'infanterie, qui aurait en un pareil moment trop d'hommes à fournir, soit pour les travaux du génie, soit pour le renforcement des postes sur tous les fronts, soit pour les sorties. Il ne faut donc compter que sur l'artillerie de forteresse, et d'après les bases de l'effectif de guerre de cette arme, chaque compagnie ne comprend guère plus qu'un triple jeu de servants pour les pièces des ouvrages auxquels on l'affecte. On s'est, en conséquence, donné comme règle de n'employer à la mise en batterie de chaque bouche à feu qu'un nombre d'hommes voisin du triple de l'équipe de servants correspondante.

En plus de ces hommes, chaque compagnie fournissait des gradés pour la direction et la surveillance des travaux et trois hommes munis de lanternes, indispensables dans une manœuvre de nuit. Le tir des canons de l'armement de sûreté était confié à un détachement spécial, et, enfin, on avait une réserve générale comptant 24 hommes. Le rôle de cette réserve dans la manœuvre était uniquement de fournir les remplaçants des travailleurs supposés hors de combat.

Les bouches à feu, montées sur leurs affûts et munies des armements et accessoires, avaient été amenées en temps utile à un dépôt de secteur, installé à l'abri du feu, dans les mêmes conditions et approximativement au même point de l'intérieur de l'enceinte que dans le cas d'un siège réel. On voit ci-dessous les distances moyennes que les pièces avaient à parcourir du dépôt à leurs emplacements de batterie, distances comprenant : 1° le chemin à peu près horizontal à faire tant sur le terre-plein même du rempart que sur le sol des rues, jusqu'au point où commençait la montée ; 2° la longueur de cette montée, soit qu'on se servît d'appareils [1] (angle de 10 à 12 degrés avec

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. X, p. 164.

l'horizon), soit qu'on fît glisser la pièce directement sur le talus de rempart à 45 degrés. Ainsi il y avait, du dépôt de matériel :

1° A l'emplacement des 2 canons de la face gauche du bastion III, 315 sagènes (672 mètres) dont 11 (23^{m},50) pour la montée (appareil) ;

2° A l'emplacement des 2 canons de la face droite du même bastion, 235 sagènes (500 mètres) dont 11 (23^{m},50) pour la montée (appareil) ;

3° A l'emplacement du mortier rayé de 6 pouces sur la face du quai du demi-bastion I, 103 sagènes (220 mètres) dont 13 (27^{m}50) pour la montée (appareil) ;

4° A l'emplacement du canon de 12 livres sur la même face, 80 sagènes (170 mètres) dont 2 $^{1}/_{2}$ (5^{m},30) pour la montée (plan incliné) ;

5° A l'emplacement du canon de 12 livres, sur affût Nasfiètévitch (face gauche du demi-bastion I), 48 sagènes (98 mètres) dont 13 (27^{m},70) pour la montée (appareil).

Le dépôt était, en outre, à environ 520 sagènes (1 100 mètres) du camp des compagnies d'artillerie, installé sur les glacis.

L'idée générale de la manœuvre et les mesures préparatoires avaient été portées à la connaissance de chacun des chefs des détachements chargés des travaux ; en outre, les commandants de compagnie avaient eu à préparer par écrit pour leurs troupes, des projets particuliers indiquant en détail la marche à suivre pour l'exécution successive des divers travaux et l'état du matériel nécessaire dans chaque cas. Il était recommandé à ces officiers de se conformer aux règles suivantes : 1° pour éviter les dépenses inutiles de force et la réunion d'un trop grand nombre d'hommes sur le même point, cause inévitable de pertes en temps de guerre, les bouches à feu ne seraient montées sur le rempart qu'à l'aide de cabestans, en suivant strictement les prescriptions auxquelles les compagnies avaient été rompues dans les services d'armement qui avaient pré-

cédé; 2° le nécessaire, en objets de matériel, serait calculé en se rapprochant, autant que possible, de ce qui devrait être fait en cas de guerre, et en se conformant aux instructions en vigueur sur la matière; 3° lorsque plusieurs compagnies suivraient le même chemin dans le transport de leurs bouches à feu, les commandants de ces compagnies avaient à se concerter sur l'ordre dans lequel les pièces marcheraient, afin d'éviter les confusions trop faciles à se produire la nuit.

De plus, des recommandations particulières avaient été faites aux chefs de détachement sur la nature de leurs devoirs et sur la nécessité d'observer dans la manœuvre les prescriptions générales applicables à tout service militaire, de redoubler de calme, de précautions; on leur donna des instructions sur la transmission des ordres, sur le remplacement des hommes hors de combat et sur la signification des différents signaux. En cas d'accident, à la station supposée de pansement devait se trouver réellement un médecin avec des médicaments et une voiture d'ambulance pour le transport des blessés.

En un mot, on avait pris toutes les précautions qui seraient utiles, dans un siège réel, au moment où l'on attend, pour armer les remparts, que l'assiégeant prononce son attaque.

Le signal d'alarme, indiquant le commencement de la manœuvre, devait être donné par trois fusées parties d'un poste particulier auxquelles répondraient trois coups de canon tirés par la pièce de jour au camp d'instruction. Mais le jour et l'heure où l'alarme serait donnée, n'étaient pas connus.

On choisit la nuit du 4 au 5 août, nuit sans lune et assombrie par des nuages : à 10 heures un quart partit le signal d'alarme.

Un quart d'heure après, les détachements commandés pour la manœuvre et la réserve marchaient au pas accéléré, en ordre régulier, vers le dépôt de matériel, la

2e compagnie en tête. Au bout d'un autre quart d'heure, les travailleurs étaient arrivés au dépôt et prenaient possession de leur matériel, pendant que des équipes étaient dirigées sur les ouvrages pour y préparer l'emplacement des plates-formes. C'est de cet instant, soit une demi-heure après le signal d'alarme, que l'on compta la durée des travaux : c'est à ce moment aussi que les canons de l'armement de sûreté ouvrirent le feu.

Conformément aux projets arrêtés à l'avance, les opérations s'exécutèrent comme il suit :

1re *compagnie.* — Les deux canons de 24 livres sur affûts de siège furent traînés, sans avant-train, chacun par 18 hommes tirant sur une prolonge passée dans la crosse de l'affût. Les pièces étaient à la position de tir et on les faisait saigner du nez au moyen d'un levier placé dans l'âme : de cette façon, la crosse de l'affût ne toucha pas terre un seul instant, et l'on ne rencontra pas la moindre difficulté. Ce procédé, pour de petites distances, est plus simple et plus expéditif que le transport avec l'avant-train de siège.

Les plates-formes furent transportées sur un avant-train de place, à raison d'un voyage par plate-forme complète du type 1876.

2e *compagnie.* — Le canon court de 24 livres sur affût de siège fut traîné comme il vient d'être dit. L'autre pièce du même calibre, sur affût surélevé de place (mod. 1877), fut transportée également par 18 hommes avec un avant-train de triqueballe en fer (mod. 1867) ; en tirant directement avec une corde sur la queue de cet affût, on n'aurait pas pu l'empêcher de traîner à terre et les heurts et les frottements auraient rendu le travail très-pénible.

Les plates-formes furent portées à bras : 24 hommes peuvent facilement, en deux voyages, transporter toutes les parties d'une plate-forme de siège type 1876.

3e *compagnie.* — Le mortier de 6 pouces fut transporté

sur son affût d'après le procédé généralement adopté aujourd'hui, c'est-à-dire, en lui adaptant des roues de route et en employant l'avant-train de siège : il fallut 20 travailleurs.

Le canon de 12 livres en fonte sur affût de siège fut traîné, sans avant-train, par 18 hommes, de la même façon que les pièces de 24.

La plate-forme du mortier de 6 pouces avait été installée déjà dans un des exercices qui précédèrent la manœuvre. La plate-forme de siège du type 1876 pour canon de 12 livres fut portée à bras par 24 hommes.

4e *compagnie.* — En raison de la petite distance à parcourir (98 mètres en tout, montée comprise), le canon de 12 livres en fonte sur affût Nasfiètévitch fut traîné, sans avant-train ni corde, la bouche en avant, par 14 hommes : on eut soin seulement de mettre des madriers sous les roues ; les matériaux de la plate-forme correspondante du type 1878 furent apportés à bras par 10 travailleurs.

Les cabestans, à raison de 1 par compagnie, étaient roulés d'un point à un autre par 4 hommes, sans aucune difficulté même sur les appareils inclinés de 10 à 12 degrés.

Les accessoires et armements étaient ou portés à bras ou placés sur les avant-trains et sur les affûts quand ceux-ci étaient sur avant-trains. Les outils de pionniers étaient portés par les équipes des plates-formes.

La montée des pièces sur le rempart se fit, conformément aux instructions en vigueur, à l'aide des cabestans, sans palans pour les six pièces qu'on hissa au moyen des appareils, et avec palans pour le canon de 12 livres en fonte, sur affût de siège, qui fut tiré directement sur le talus de rempart. Les cabestans étaient attachés, lorsqu'on employait les appareils, à des bornes formées de vieux canons en fonte enfoncés dans la terre du rempart, et, pour la pièce de 12 qu'on fit monter directement sur le talus, à un pieu en bois enfoncé dans l'épaulement en

avant de la plate-forme. Dans chaque cas six hommes et un gradé manœuvraient le cabestan.

Les canons furent ensuite traînés sur le terre-plein jusqu'à leur emplacement, au moyen de cordes, la bouche en avant, pour n'avoir pas à faire de demi-tours dans des endroits resserrés par des traverses. Le mortier de 6 pouces fut transporté sur avant-train jusqu'à sa plate-forme.

Les plates-formes avaient été construites chacune par 6 travailleurs.

On simulait comme il suit la mise hors de combat des hommes : à un coup de sifflet, le travail était suspendu, un certain nombre de travailleurs étaient désignés comme manquants et se retiraient à l'écart. Immédiatement le chef de détachement ou d'équipe remplissait et envoyait à la réserve un billet préparé à l'avance pour demander du renfort, et le travail reprenait, si cela était possible, avec le nombre de servants restants, ou bien, on se mettait à couvert du feu supposé de l'ennemi en attendant les hommes de remplacement. Le nombre des hommes déclarés manquants était dans chaque cas en rapport avec l'effectif total de l'équipe, l'accumulation des servants sur un même point et la protection que pouvaient leur donner les traverses ou l'épaulement. On remplaça en tout 23 hommes, soit 20 p. 100 du nombre des travailleurs.

On reconnut ainsi que 3 hommes sur 6 peuvent manquer au cabestan sans qu'il soit indispensable d'arrêter la manœuvre, tandis que, lorsque des hommes tirent directement pour hisser une pièce, il suffit que $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ des servants soient hors de combat pour rendre l'opération impossible. Comme les travailleurs au cabestan peuvent d'ailleurs être toujours abrités contre le parapet, tandis qu'il n'en peut être de même d'un groupe d'hommes tirant directement aux appareils, on mit ainsi en évidence aux yeux de tous, le bien-fondé de la règle générale posée à Bobrouisk et interdisant de hisser les pièces sans cabestan.

Pour chaque pièce, le travail était considéré comme

terminé lorsque la pièce avait été installée en batterie et qu'elle avait tiré un coup à blanc. Le temps employé, à compter de l'arrivée au dépôt de matériel, ainsi qu'on l'a dit plus haut, fut :

Pour le canon de 12 livres sur affût Nasfiètévitch (4e comp.), 2 h. 20 m. ;

Pour le canon de 24 livres sur affût de siège (2e comp.), 2 h. 27 m. ;

Pour le canon de 24 livres sur affût de siège (1re comp.), 3 h. 15 m. ;

Pour le canon de 24 livres sur affût de siège (1re comp.), 3 h. 25 m. ;

Pour le canon de 24 livres sur affût haut de place (2e comp.), 3 h. 40 m. ;

Pour le mortier de 6 pouces (3e comp.), 3 h. 45 m. ;

Pour le canon de 12 livres sur affût de siège (3e comp.), 4 h. 30 m.

A mesure de l'achèvement des travaux, les détachements se rassemblaient par compagnies et rentraient au camp, en laissant, sur les ouvrages, des sentinelles pour la garde des pièces et du matériel.

Ainsi, la manœuvre dura jusqu'à la mise en batterie du dernier canon, soit environ jusqu'à 3 heures un quart du matin, un peu plus d'une demi-heure avant le lever du soleil.

La surveillance des travaux était exercée par le commandant de l'artillerie de la place et par l'officier qui, sous sa direction, avait présidé aux différents exercices d'application du service de guerre. Pour permettre de se rendre compte autant que possible de l'ensemble de la manœuvre, on avait, à deux reprises différentes, éclairé tout le pourtour des ouvrages occupés, au moyen de balles à feu allumées en un point central.

On voit que la manœuvre avait convenablement réussi, puisque toutes les pièces se trouvaient, avant l'aurore, en état d'ouvrir le feu ; néanmoins, il y avait eu, dans

les opérations de la 3e compagnie, des fautes et des négligences qui retardèrent leur achèvement de plus d'une heure. Ainsi :

1° Lorsqu'il s'agit d'engager le mortier de 6 pouces sur l'appareil pour le hisser, on ne sut pas se servir de la lanterne dont on disposait. Il aurait fallu, en effet, placer en temps utile l'homme qui la portait sur la directrice de l'appareil pour bien montrer la route à suivre. Faute de cette précaution, on s'engagea tout de travers et on manqua si bien l'appareil, que la pièce alla donner dans le talus latéral. Il fallut faire faire au lourd système de la pièce et de l'avant-train un grand mouvement de recul en cercle pour reprendre une bonne position. Il en résulta un grand retard dans toutes les opérations de la 3e compagnie et même de la 4e, qui devait faire monter sa pièce de 12 sur le même appareil, après le mortier de 6 pouces. Et ce retard fut encore augmenté parce que l'officier qui commandait le détachement et qui ne servait dans l'artillerie de forteresse que depuis quelques mois, s'entêta au début à vouloir réparer l'accident en faisant reculer le mortier tout droit : avec plus d'expérience, il aurait vu immédiatement que, dans les conditions où il se trouvait, il ne pouvait, par ce moyen, venir à bout de reprendre la bonne position ;

2° En montant ensuite le mortier sur sa plate-forme, on se hâta avant tout de dévisser les écrous qui fixent l'affût aux brides de l'essieu de route : l'essieu, n'étant plus retenu, pouvait dans la manœuvre échapper de ses encastrements, et la lourde masse serait venue s'abattre sur la plate-forme. On s'aperçut heureusement assez tôt du danger, mais on perdit encore du temps à revisser ces écrous. En outre, le mortier ne fut pas bien dirigé et placé tout-d'abord sur la directrice : on dut le redresser, d'où un nouveau retard ;

3° Le pilotis de bois, nécessaire pour fixer le cabestan et les palans lorsqu'on ne se sert pas d'appareil, doit être

enterré en avant de la plate-forme. On prépare sa mise en place en commençant la construction de la plate-forme, de façon que les deux opérations se terminent à peu près en même temps. Au lieu de cela, dans la 3e compagnie, on s'occupa de ce pilotis lorsque la plate-forme était presque terminée, et il fallut attendre pour amener le canon de 12 à son emplacement, bien que la plate-forme fût prête à le recevoir ;

4° On négligea de donner au détachement qui traînait la pièce de 12, du dépôt de matériel au point où on devait la hisser, un guide avec une lanterne, de sorte que la pièce quitta le chemin bien uni et s'engagea dans une dépression profonde, d'où les efforts des travailleurs, tirant et poussant en avant ou en arrière, restèrent longtemps impuissants à la faire sortir. Lorsqu'on se fut décidé à apporter de la lumière, on s'aperçut que l'on pouvait sortir la pièce de là en tournant l'affût et en tirant de côté.

Toutes ces erreurs et quelques autres de moindre importance retardèrent l'achèvement des opérations de la 3e compagnie et augmentèrent la fatigue des hommes. Cependant les travaux purent être achevés sans qu'on eût renforcé les équipes, grâce à l'entraînement que les hommes avaient acquis dans la progression systématique des exercices d'application du service de guerre.

Les opérations des trois autres compagnies ne donnèrent pas lieu à de semblables critiques. On peut cependant dire que, dans la 4e compagnie : 1° on ne prenait pas suffisamment de soin pour placer les madriers qui marquaient la voie suivie par la pièce de 12; il en est résulté qu'on devait redresser ces madriers lorsqu'ils étaient déjà chargés du poids de l'affût, ou bien les roues retombaient sur le sol. D'ailleurs, en raison de la nature du terrain et du peu de chemin à parcourir, cette disposition était à peu près inutile ; en tout cas, il aurait fallu prendre 3 couples de madriers au lieu de 2, afin que le mouvement ne fût pas retardé ; 2° pour faciliter la marche, on aurait dû soutenir

la queue de l'affût au moyen, par exemple, d'un avant-train de fardier. Mais l'officier qui dirigeait la manœuvre et qui n'avait pas un an de service dans l'artillerie de forteresse, ne sut pas se servir de ce procédé. A chaque inégalité de terrain la crosse de l'affût bondissait et la traction du système en fut rendue plus pénible : elle exigea certainement plus d'hommes que si l'on avait fait porter la queue de l'affût par un train roulant.

On ne peut que louer, à tous les points de vue, la manière dont les opérations furent menées dans la 2e compagnie, dont le commandant servait, il est vrai, depuis plus de 10 ans dans l'artillerie de forteresse. L'officier qui dirigeait le travail dans la 1re compagnie, et qui avait plus d'un an de présence, observa parfaitement toutes les prescriptions techniques, mais commit de légères erreurs au point de vue *tactique*, ainsi : 1° afin de faire transporter ses deux canons lorsque les servants n'étaient point encore fatigués, il commença par les amener au pied de l'appareil, mais il fut obligé de les y laisser l'un derrière l'autre, pendant 2 heures, jusqu'à l'achèvement des plates-formes ; l'endroit était absolument découvert et si l'on avait été réellement sous le feu de l'ennemi, on peut assurer que les deux pièces auraient été exposées à de graves dommages ; 2° les matériaux de la plate-forme doivent être réunis en tas le plus près possible de l'épaulement ou de la traverse, pour éviter les dégradations par le feu de l'ennemi ; au lieu de suivre cette règle, ils furent éparpillés loin de tout abri sur toute la largeur du terre-plein, en un endroit où, d'ailleurs, il y aurait eu une traverse en temps de guerre.

Du reste, en jugeant la manœuvre au point de vue tactique, on ne peut se dispenser d'observer que plusieurs officiers ne se sont pas préoccupés de faire rentrer en temps utile les hommes ou le matériel. L'exemple le plus frappant en a été donné par la 3e compagnie qui a conservé jusqu'à la fin de la manœuvre les roues de route et

l'avant-train qui lui avaient servi à transporter son mortier de 6 pouces. Cette faute aurait eu en temps de guerre deux graves inconvénients : d'abord, en arrêtant la mise en batterie des autres mortiers qui devaient se servir du même système, et, ensuite, en encombrant un espace déjà bien étroit par du matériel inutile et exposé, sans nécessité, au feu de l'ennemi.

Enfin, il faut appeler l'attention sur un point de détail qui a, dans la pratique, une grande importance : On n'a pas su, en général, se servir des lanternes dont on disposait. Ainsi : 1° au dépôt, on a placé les porteurs de lanternes en contre-bas des travailleurs et derrière eux : les servants étaient ainsi obligés de prendre le matériel dans l'ombre, presqu'à tâtons. Il aurait fallu mettre les porteurs de lanternes sur un échaufaudage de 2 à 3 pieds de haut et en avant ; 2° dans la marche des canons, un guide muni d'une lanterne devrait se porter en avant, explorer le terrain, puis se retourner au bout de 25 à 30 pas, pour éclairer le terrain en avant de la pièce et servir de point de direction. Lorsque la voiture approche de lui, il recommence, et ainsi de suite. Il n'en fut pas ainsi, et le porteur de lanterne était toujours tout près de la pièce, en avant ou sur le côté. On ne rencontra néanmoins pas de difficultés parce que les chemins étaient en très-bon état et parfaitement connus des hommes ; mais en temps de guerre, on aurait pu être arrêté trop tard devant un obstacle imprévu, tel qu'un sillon profond ou un entonnoir de projectile. Il aurait fallu alors, pour trouver un meilleur passage, reculer et faire une manœuvre pénible, car le système d'un gros canon sur avant-train est peu maniable ; 3° dans la construction des plates-formes, il est arrivé souvent que l'on a été obligé d'interrompre le travail, par exemple, l'enfoncement des pieux, parce que la lumière des lanternes était dirigée sur de tout autres points qu'il n'eût fallu.

Il ne se produisit aucun accident de personne ni de

matériel. Bien qu'un câble, qui avait déjà beaucoup servi et était très-usé, se fût rompu pendant que la 2e compagnie hissait une de ses pièces, le canon resta, grâce au frein, à la place où il était déjà arrivé sur l'appareil. Ce fut l'affaire d'une minute de réunir par un nœud simple les bouts brisés et de continuer la manœuvre à l'aide du cabestan seul, sans palans.

Pour terminer, on ne peut passer sous silence l'énergie, le calme, l'exactitude et l'expérience dont firent preuve les canonniers : on voyait, à la seule inspection des travaux, exécutés avec la plus grande régularité et un soin scrupuleux, que l'instruction des hommes avait été dirigée suivant d'excellents principes et menée au point voulu par une succession d'exercices les plus variés. Il y eut plusieurs fautes, elles sont toutes attribuables au défaut d'expérience et de prévoyance de quelques officiers : ces manœuvres ont montré combien les officiers de l'artillerie de forteresse doivent chercher à développer en eux, par un travail assidu, les qualités qu'on acquiert seulement par des services prolongés dans ce corps et par des exercices pratiques variés de préparation et d'exécution de travaux d'armement, dans des conditions qui rappellent le plus possible le temps de guerre.

Traduit par A. Méert,
Capitaine d'artillerie.

EXPÉRIENCES DE TIR EXÉCUTÉES EN AUTRICHE

AVEC LES

FUSILS D'INFANTERIE ET DE CHASSEURS

Modèles 1873-1877 et 1867.

(PL. II ET III.)

On a fait, dans les diverses puissances, des expériences de tir pour étudier les propriétés balistiques de tous les fusils en service en Europe. Mais chacun de ces tirs d'essai était fait avec une seule arme, et il était nécessaire, pour se rendre compte des effets produits par le tir d'une troupe, d'entreprendre de nouvelles expériences avec un grand nombre d'armes du même modèle tirant à la fois, et destinées à montrer quelle dispersion on pouvait obtenir dans le feu par salve et dans le feu à volonté.

Il est certain, en effet, que les conditions de tir sont toutes différentes pour un tireur isolé et pour chaque tireur faisant partie d'une troupe soumise au commandement d'un chef. Dans le premier cas, le tireur, agissant d'après sa propre initiative, peut épauler, viser le but avec le plus grand calme, il choisit lui-même le moment où il doit presser sur la détente, tandis qu'un tireur faisant partie d'une troupe, doit, pour un feu de salve, attendre le commandement, et s'occuper à la fois d'entendre son chef et de viser le but; pour un feu à volonté, il est rare que son attention ne soit pas légèrement troublée par la présence des tireurs qui sont placés près de lui.

On a donc entrepris de chercher les résultats que peut donner le tir d'une troupe, et des expériences ont été faites à ce sujet sur le champ de tir du Steinfeld.

Programme des expériences. — On résolut de tirer à

des distances comprises entre 200 et 2100 pas (151m,70 et 1593m), avec des fusils Werndl, modèle 1867 et modèle 1873-1877.

Les hommes devaient être tantôt couchés, tantôt à genou, tantôt debout, ils devaient tirer soit avec la baïonnette au bout du canon, soit sans baïonnette.

Une section de 50 hommes exécuta, aux différentes distances, les tirs indiqués dans le tableau suivant :

DISTANCES		Fusil modèle 1867.		Fusil modèle 1873-1877.	
		FEU A VOLONTÉ.	FEU par salve.	FEU A VOLONTÉ.	FEU par salve.
en pas.	en mètres.	Nombre de coups par arme.	Nombre de salves.	Nombre de coups par arme.	Nombre de salves.
200	151m,7	5 par série (1)	»	5 par série (1)	»
300	227 ,6	5 par série (1)	5 (2)	5 par série (1)	5 (2)
400	303 ,4	»	5 (2)	»	5 (2)
600	455 ,2	»	5	»	5
1000	758 ,6	»	10	»	10
1400	1062 ,0	»	10	»	10
1800	1365 ,5	»	»	»	10
2100	1585 ,0	»	»	»	10

(1) 1re série : la section était sur 1 rang, les hommes couchés.
2e série : la section était sur 2 rangs, le 1er à genou, le 2e debout.
3e série : la section était sur 4 rangs, le 1er couché, le 2e à genou, le 3e et le 4e debout.
(2) 1re série la section était sur 2 rangs debout.
2e série : la section était sur 2 rangs, le 1er à genou, le 2e debout.

Aux distances supérieures à 400 pas, la section était sur 2 rangs debout.

A 300 pas, on exécuta les feux par salves avec la baïonnette au bout du canon.

Aménagement du champ de tir. — Pour relever les coups et n'en oublier aucun, de manière à reconstituer pour ainsi dire la gerbe de balles formée par les tireurs, on pouvait employer deux méthodes : soit relever sur le sol même toutes les empreintes de balles, soit établir un système de cibles verticales disposées les unes derrière les

autres, en avant et en arrière du but, de manière à recevoir toutes les balles de la gerbe avant qu'elles aient pu frapper le sol. Les hauteurs des cibles et leurs intervalles étaient déterminés d'après l'angle de chute du projectile correspondant à la distance de la cible aux tireurs.

La disposition de ces cibles aux différentes distances est représentée planche II.

A la distance moyenne de 1 400 pas (1 062 mètres), les cibles avaient $1^m,80$ de haut et se trouvaient à 25 pas les unes des autres. Ce système de cibles avait 425 pas (322 mètres) de profondeur et 48 mètres de large.

Pour les deux dernières distances de 1 800 et 2 100 pas (1 365,5 et 1 593 mètres), les cibles avaient $2^m,70$ de hauteur.

Marche des expériences. — Les 50 hommes destinés à exécuter le tir, furent pris dans un bataillon de chasseurs, parmi les soldats de 1re et de 2e classe, et furent placés sous le commandement d'un officier. Ces hommes étaient en tenue de campagne.

Pendant les huit jours que durèrent les expériences, le temps fut très-beau.

Jusqu'à 600 pas, le but offert aux tireurs était une ligne noire tracée à mi-hauteur de la cible, chaque homme visant droit devant lui.

Aux distances plus grandes, le but était un cercle noir peint au milieu de la cible.

A chaque distance, on se servit du fusil modèle 1867 et du fusil modèle 1873-1877 ; avec chacune de ces armes, on fit des feux de salve et des feux à volonté. Les empreintes furent relevées chaque fois par les marqueurs.

Du relevé des empreintes sur les cibles verticales, on déduisit le point de chute des balles sur le sol. On put ainsi se rendre compte de la façon dont le terrain était battu.

Résultat des expériences. — L'observation des coups donna lieu, au point de vue général, à une remarque impor-

tante. Contrairement à ce qui se passe pour un tireur isolé, la dispersion dans le sens du tir est plus considérable aux petites distances qu'aux grandes lorsqu'on fait un feu d'ensemble. Cette dispersion diminue jusqu'à la distance de 1 400 pas, à partir de laquelle elle reste sensiblement constante.

Si l'on considère que certains tireurs visent guidon plein et d'autres guidon fin, on est là en présence d'une cause très-importante de dispersion de la gerbe, qui peut donner lieu, pour l'angle de tir, à des erreurs de 20 minutes avec le fusil Werndl.

La figure 48 (pl. III) permet de comparer la dispersion dans le sens du tir pour un tireur isolé, et la dispersion pour une troupe, dans le cas où la plus grande erreur sur les angles de tir serait due à la manière dont chaque tireur prend le guidon, soit 20 minutes en plus ou en moins. Les longueurs $a\,a$, $a'a'$, $a''a''$, etc., représentent la dispersion en portée pour un tireur isolé aux différentes distances; les longueurs bc, $b'c'$, $b''c''$, etc., représentent la dispersion en portée pour un groupe de tireurs. On voit que les longueurs aa, $a'a'$..., etc., augmentent avec la distance, tandis que bc, $b'c'$..., etc., diminuent jusqu'à 1 400 pas et tendent vers une constante.

Cette hypothèse d'un écart maximum de 20 minutes dans les angles de tir est très-voisine de la vérité, car si on l'admet comme base du calcul des dispersions aux différentes distances, et que l'on compare les chiffres ainsi obtenus avec les dispersions observées sur le terrain, on trouve :

TABLEAU.

DISTANCES		DISPERSIONS			
		CALCULÉES		OBSERVÉES	
en pas.	en mètres.	en pas.	en mètres.	en pas.	en mètres.
200	151,7	411	311,8	450	341,0
1 000	758,6	268	203,2	350	265,0
1 400	1 062,0	248	188,0	250	189,6
2 100	1 593,0	245	186,1	250	189,6

On voit que c'est à la distance de 1 000 pas que la différence entre la dispersion calculée et la dispersion observée est la plus forte. Elle est de 82 pas, ce qui correspond à une variation de 16′ dans l'angle de tir, ou à une augmentation de 8′ pour l'erreur, admise en plus ou en moins dans l'angle de tir normal.

On peut donc admettre que lorsqu'un groupe d'hommes tirent ensemble, les erreurs de visée ne dépassent pas 28′ à 30′.

Au point de vue de la dispersion en portée, les cartouches modèle 1867 ont donné les mêmes résultats que celles du modèle 1873-1877, car si le tir de ces dernières est plus juste, ce qui tend à resserrer la gerbe, d'autre part, la trajectoire correspondante est plus tendue et l'angle de chute moindre, ce qui étale davantage la gerbe sur le sol.

La dispersion en largeur fut comptée; pour les petites distances, à partir de deux plans parallèles au plan de tir et dont l'écartement était la largeur même du peloton de tireurs. Autrement dit, on supposa que le but avait la même dimension que le groupe des tireurs.

Pour les distances plus grandes, on admit une largeur du but variable avec son éloignement, comme le tableau suivant l'indique.

DISTANCES		LARGEUR DU BUT.			
		FUSIL modèle 1867.		FUSIL modèle 1873-1877.	
en pas.	en mètres.	En pas.	En mètres.	En pas.	En mètres.
200 à 600	151,7 à 455,2	Largeur de la section de tireurs.		Largeur de la section de tireurs.	
800	606,8	22	16,7	15	11,4
1000	758,6	27	20,2	20	15,2
1200	910,3	32	24,2	25	19,0
1400	1 062,0	37	27,8	30	22,7
1600	1 213,7	»	»	35	26,5
1800	1 365,5	»	»	40	30,3
2100	1 593,0	»	»	50	37,9

Feux de salves. — La partie des cibles où le groupement des coups est le plus dense forme une surface dont on peut voir assez nettement les limites et qui comprend plus des deux tiers des atteintes. La longueur de ce groupe principal varie avec la distance, ainsi que le montrent les résultats suivants qui ont été relevés après le tir.

DISTANCES		LONGUEUR du groupe principal	
en pas.	en mètres.	en pas.	en mètres.
200 à 600	151,7 à 455,2	250 à 200	189,16 à 151,7
700 à 800	531,0 à 606,8	175	132,7
900 à 2 100	682,7 à 1 593,0	150	113,7

Ces chiffres sont applicables au tir des deux modèles de fusils employés jusqu'à 1 400 pas, et pour les fusils 1873-1877 seulement jusqu'à 2 100 pas.

Feux à volonté. — Les résultats donnés par les feux à volonté lorsque les tireurs sont couchés, sont différents de ceux qu'on a obtenus avec les feux de salve, ainsi qu'on peut le voir sur les figures 1 à 12 (Pl. II). En outre du

groupe principal des atteintes, situé à peu près au milieu des cibles, on distingue à chaque extrémité un groupe moins important mais très-visible. La dispersion est plus grande que dans le feu par salves. Cette infériorité est due à la position très-incommode du tireur couché, pour les soldats chargés de tout leur fourniment de campagne. Les mouvements de la partie supérieure du corps, le maniement de l'arme, sont difficiles, et il est probable que souvent le tireur se contente, pour viser, de regarder soit le guidon seul, soit le cran de mire. En tout cas, l'inspection des cibles semble indiquer qu'il est nécessaire de s'appesantir sur les exercices de tir dans la position du tireur couché (les hommes portant la charge de campagne), plus encore que sur les exercices dans les autres positions.

D'après le relevé des coups, on est amené à conclure que, pour obtenir d'une troupe un tir précis, il est préférable de faire exécuter les feux debout ou à genou plutôt que couché, et qu'il vaut mieux employer les feux par salve que les feux à volonté.

Il est vrai qu'on doit ajouter une observation à ce sujet, c'est que la valeur des résultats que donne un feu par salves dépend de l'état d'instruction des soldats et de la manière dont le feu est commandé. Il est indispensable de mettre entre les deux commandements *Joue* et *Feu* un intervalle convenable, et qui doit être d'autant plus grand que le but est plus éloigné. Cet intervalle équivaut pour les petites distances au temps nécessaire pour marcher 4 pas, et 6 pas pour les grandes distances.

On a remarqué que la manière dont était formé le peloton de tireurs n'a pas eu d'influence sensible sur les résultats du tir.

Dans le tir exécuté à 300 pas avec la baïonnette au bout du canon, le noyau, formé par le groupe principal des atteintes, était plus loin de 100 mètres que celui qu'on avait obtenu dans le tir sans baïonnette. Il faut chercher la cause de cette différence dans les vibrations que la pré-

sence de la baïonnette imprime à l'arme et au déplacement du centre de gravité. Au reste, ces faits sont les mêmes que ceux qu'on avait déjà observés pour un tireur isolé. On devra donc recommander de tirer au pied du but lorsque la baïonnette sera au bout du canon.

Tir avec plusieurs hausses. — On exécuta des tirs en employant plusieurs hausses à la fois à une même distance, deux à 1 000 pas et trois aux autres distances. Ces hausses différaient entre elles de 100 pas.

Ces expériences avaient pour but de vérifier si les résultats théoriques donnés par le calcul concordaient avec ceux que donnent le tir réel au point de vue de la dispersion des coups et de la superposition des groupes principaux obtenus avec des hausses différentes. Les figures qui représentent des cibles sur lesquelles on a tiré avec plusieurs hausses à la fois, montrent que la longueur de la zone comprenant le groupe principal des atteintes a été augmentée de 100 pas par l'emploi simultané de 2 hausses différentes, et de 200 pas, par l'emploi simultané de 3 hausses différentes. Pour obtenir la dispersion en hauteur, il suffit d'ajouter à la dispersion obtenue avec une seule hausse, la différence entre les hausses extrêmes.

Si l'on compare le groupement des coups obtenus à 1 000 pas avec une seule hausse (fig. 35 et 36, pl. III) et celui qu'a donné l'emploi de deux hausses (fig. 33 et 34, pl. III), on remarque qu'ils ne diffèrent qu'en ce que le groupe principal est plus étendu dans le cas du tir avec deux hausses. Les atteintes y sont réparties de la même manière, c'est-à-dire qu'une feuille de caoutchouc sur laquelle serait dessiné le groupe principal de la figure 35 n'aurait qu'à être étendue et amenée aux dimensions du groupe principal de la figure 33, pour représenter sensiblement ce dernier.

La figure *a* donne une représentation graphique des résultats du tir avec une seule hausse, celle de 1 000 pas, par exemple. Après avoir divisé le plan horizontal sur lequel

ont été établies les cibles en rectangles d'égale hauteur par des droites perpendiculaires à la ligne de tir, on a construit une courbe *acb* en prenant comme abscisses les distances de l'origine au milieu de la hauteur de chaque rectangle,

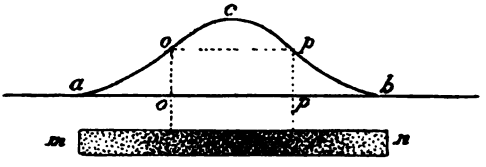


Fig. a.

et, comme ordonnées, des longueurs proportionnelles au nombre d'atteintes comprises dans ces rectangles. La surface comprise entre les ordonnées *oo*, *pp* correspond au groupe principal contenant les deux tiers des atteintes.

Si l'on tire avec 2 hausses, celles de 950 pas et de 1 050 pas, par exemple, on obtient 2 courbes *a'c'b'*, *a''c''b''* qui empiètent l'une sur l'autre (fig. *b*), et la distance *o'p'* entre

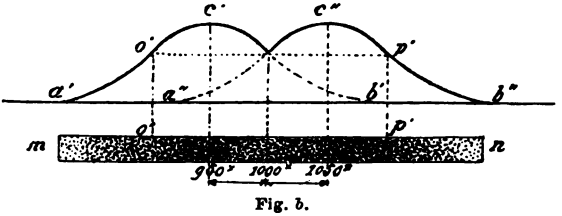


Fig. b.

les droites qui comprennent les deux tiers des coups, est plus grande que dans le cas du tir avec une seule hausse.

Le relevé des coups a fait voir que, lorsque 50 hommes tirent à 1 000 pas avec une seule hausse, la longueur *op* du groupe qui contient les deux tiers des atteintes, est de 150 pas, ce qui correspond pour 1 salve, à 1 atteinte pour 5 pas ou 0,22 atteinte pour 1 pas. Pour 3 salves, la longueur *op* correspond à 3 ou 4 atteintes pour 5 pas, soit 0,66 atteinte pour 1 pas.

Dans le tir à 1 000 pas et au delà, et lorsqu'on emploie 3 hausses différentes, on ne devra pas, à cause des erreurs

d'appréciation de la distance, faire différer ces hausses de plus de 100 pas. La dispersion, qui est de 150 pas lorsqu'on tire avec une seule hausse, est de 350 pas avec 3 hausses différentes. Si l'on veut obtenir aux grandes distances une répartition des coups semblable à celle que donne un tir de 3 salves à 1 000 pas, il faut compenser l'erreur d'appréciation de la distance en tirant au moins 200 coups, c'est-à-dire 4 salves de 50 coups, ce qui donne à peu près 2 points d'impact pour 5 pas.

En somme, la règle pratique qui découle de ces faits, c'est que, pour tirer avec une seule hausse, il faut connaître très-exactement la distance, et que, dans le cas contraire, on tire avec plusieurs hausses différant de 100 pas, à la condition de tirer une salve de plus.

Si l'on veut augmenter l'effet produit sur un but déterminé en accroissant le nombre des salves, il vaudrait mieux faire viser plusieurs pelotons sur le même but, chacun d'eux ne tirant qu'un petit nombre de coups, que de faire exécuter 8 salves de suite, par exemple, par un seul peloton, car ce dernier y emploierait beaucoup trop de temps, et l'on sait que la rapidité du tir est un élément important de l'effet produit sur l'adversaire.

Lorsqu'on tire sur un but au repos, à 1 000 pas, par exemple, on prendra la hausse de 950 pas pour la moitié des tireurs, celle de 1 050 pas pour l'autre moitié. Si l'on veut employer 3 hausses, la hausse intermédiaire sera de 1 000 pas.

Si le but est en mouvement, la moitié des tireurs prend la hausse correspondant à la distance actuelle du but ; l'autre moitié prend une hausse de 100 pas plus faible si le but se rapproche des tireurs, ou de 100 pas plus forte si le but s'éloigne. Dans le cas où l'on emploierait 3 hausses, la hausse intermédiaire correspondrait à la distance du but, comme dans le cas précédent.

Dans la pratique, si l'on emploie 2 hausses, le premier rang du peloton prendra la plus faible, le deuxième rang

la plus forte ; si l'on emploie 3 hausses, on donnera chacune d'elles à un peloton distinct et tous les pelotons tireront sur le même but. Ainsi, le but étant à 1 000 pas, le premier rang tirera à 950 pas, le deuxième à 1 050. Le but étant à 1 400 pas, 2 pelotons prendront la hausse de 1 400 pas, 1 peloton celle de 1 500 pas et 1 peloton celle de 1 300 pas.

Zones dangereuses. — Soit *da* la portée minimum de la gerbe ; *dc* la portée moyenne et *db* la portée maximum (fig. 49, 50, 51, pl. III). Aux faibles distances, la trajectoire inférieure ne s'élève pas au-dessus de l'horizontale rasant la partie supérieure du but (fig. 49), la zone dangereuse est alors *dc*, c'est-à-dire la distance du but augmentée de *cb*, moitié de la dispersion en portée. A partir d'une certaine limite, la trajectoire inférieure coupe l'horizontale en question (fig. 51) ; la zone dangereuse est alors *am* ou *ap* augmenté de *ab*, dispersion totale en portée.

Le tableau suivant donne les zones dangereuses pour le tir d'un peloton visant au pied du but, comme l'indique la dernière instruction sur le tir.

La figure 50, d'accord avec ce tableau, montre qu'à la distance de 600 pas, la trajectoire inférieure, qui va jusqu'à 400 pas, reste constamment au-dessous de l'horizontale passant à $1^{m},80$ du sol. On peut donc employer la hausse constante de 600 pas ($455^{m},2$) pour toutes les distances inférieures à cette dernière. Depuis le point *b* jusqu'aux tireurs, la probabilité d'atteindre le but croît constamment. Si l'infanterie voit venir sur elle une troupe de cavaliers, elle ouvrira son feu à 600 pas et prendra la hausse de 500 pas.

En résumé, lorsqu'une troupe d'infanterie tirera contre une troupe ennemie, elle devra le faire dans les conditions suivantes :

1° Si l'on connaît exactement la distance, on tirera avec la hausse correspondante ;

2° Aux petites distances (jusqu'à 500 pas), on tirera avec une hausse constante de 500 pas ;

DISTANCES.		Fusil modèle 1873-1877.				Fusil modèle 1867.			
		But de 1m,80. — ZONES dangereuses.		But de 2m,70. — ZONES dangereuses.		But de 1m,80. — ZONES dangereuses.		But de 2m,70. — ZONES dangereuses.	
Pas.	Mètres.	Pas.	Mètres.	Pas.	Mètres.	Pas.	Mètres.	Pas.	Mètres.
200 (1)	151,7	500	379,3	500	379,3	500	379,3	500	379,3
300 (1)	227,6	500	379,3	500	379,3	500	379,3	500	379,3
400 (1)	303,4	613	465,0	613	465,0	613	465,0	613	465,0
500 (1)	379,3	713	539,8	713	539,8	713	539,8	713	539,8
600 (1)	455,2	813	616,6	813	616,6	813	616,6	813	616,6
800	606,8	502	380,8	553	419,5	486	368,6	533	404,2
1 000	758,6	421	319,2	451	342,0	408	309,4	438	332,1
1 200	910,3	339	257,1	361	273,8	333	252,	350	265,5
1 400	1 062,0	281	213,1	294	222,9	273	207,0	283	214,6
1 600	1 213,7	273	207,0	284	215,3	»	»	»	»
1 800	1 365,5	276	209,2	276	209,2	»	»	»	»
2 100	1 593,0	263	199,4	272	206,2	»	»	»	»

(1) La trajectoire inférieure ne s'élève pas à plus de 1m,80 du sol.

3° Aux distances moyennes (entre 500 et 1 000 pas), on tirera avec 2 hausses différant de 100 pas;

4° Aux grandes distances (entre 1 000 et 2 100 pas), on emploiera 3 hausses différant de 100 pas.

Justesse du tir. — On a fait des recherches pour se rendre compte de la probabilité d'atteindre un but de dimensions déterminées à une certaine distance. A cet effet, on a fait tirer 3 salves par un peloton de 50 hommes sur un but placé à 1 000 pas et figurant une colonne de compagnie dont les hommes sont couchés, chaque section étant représentée par une cible de 0m,40 de haut placée à 6 pas de la précédente.

On sait que, à la distance de 1 000 pas, la gerbe utile laisse sur le sol une trace de 150 pas de longueur, ce qui donne 4 atteintes pour 5 pas. En outre, la zone dangereuse pour une hauteur de 0m,40 est de 9,5 pas, ce qui donne

une longueur de 18 + 9,5, c'est-à-dire 27,5 pas pour la zone dangereuse correspondant à la compagnie entière.

Cette compagnie recevra donc à raison de 4 coups pour 5 pas,

$$\frac{27,5 \times 4}{5} = 22 \text{ coups,}$$

soit 14,6 p. 100.

Si les ennemis sont disposés dans le même ordre, mais debout, on les représente par des cibles de $1^m,80$ qui correspondent à une zone dangereuse de 43 pas, soit pour la compagnie entière $18 + 43 = 61$ pas; l'ennemi recevra donc

$$\frac{61 \times 4}{5} = 48,8 \text{ coups,}$$

soit 32,5 p. 100.

A la distance de 1 600 pas (1 213,7 mètres), les zones dangereuses diminuent, et, sur une colonne de compagnie couchée, le nombre des coups se réduit à

$$\frac{16 \times 4}{5} = 12,8,$$

soit 8,5 p. 100.

Sur une colonne de compagnie debout, on obtient 19,2 p. 100.

On voit que l'effet utile sur une compagnie debout est sensiblement double de celui qu'on obtient sur une compagnie couchée.

Si l'on emploie plusieurs hausses, on aura le p. 100 des atteintes en introduisant cette condition que, avec 2 hausses, la gerbe comprend 2 atteintes pour 5 pas, et avec 3 hausses 1,4 atteinte.

Si le terrain est en pente, la longueur de la trace laissée par la gerbe utile ne sera plus la même qu'en terrain horizontal, et il faudra en tenir compte pour obtenir la probabilité d'atteindre le but.

(*Mitth. über Gegenstände des Artillerie- u. Genie-Wesens.*)

PROGRÈS

DE LA

DÉPHOSPHORATION

DES FONTES ET DES ACIERS

[*Suite*] (1).

DISCUSSION.

M. Regnard pense qu'on peut admettre une réduction partielle des phosphates scorifiés sans faire intervenir l'oxyde de carbone. Lorsqu'on ajoute du spiegel à la fin d'une opération Bessemer, on fait passer à travers la scorie une fonte à la fois riche en carbone et surtout en manganèse. Ces deux corps, et le fer lui-même ne peuvent-ils être considérés comme réduisant directement une partie des phosphates avec lesquels on les met au contact?

M. Regnard pense que le fer même peut réduire les phosphates, dans certaines conditions de température, et que si, par exemple, on laisse en contact dans un four à puddler une scorie contenant des phosphates en présence du fer purifié, celui-ci reprendra peu à peu, à une haute température, du phosphore à cette scorie. N'est-il pas permis de croire que le carbone libre, dissous dans la fonte, doit avoir une énergie réductrice plus grande que l'oxyde de carbone, résultat d'une première oxydation?

Les réactions inverses du fer libre réduisant le phosphate de fer, et de l'oxyde de fer comburant le phosphore pour le transformer en phosphate de fer, semblent aussi possible à concevoir que les réactions inverses du fer

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, livraison de février 1880, p. 468.

décomposant l'eau sous l'influence de la chaleur, pour former de l'oxyde de fer et de l'hydrogène, et de l'hydrogène réduisant, à une température différente, l'oxyde de fer, pour reproduire de l'eau et du fer métallique. Les affinités, en un mot, varient avec les températures.

On a parlé aussi de la grande stabilité du phosphate de chaux ; c'est pourtant la source de tout le phosphore produit industriellement.

M. Gautier ne partage pas l'opinion de M. Regnard. Dans la fabrication du phosphore, on commence par faire agir l'acide sulfurique sur le phosphate de chaux des os pour mettre en liberté un équivalent d'acide phosphorique, que l'on réduit ensuite par le charbon ; il reste la moitié du phosphore sous forme de pyrophosphate de chaux irréductible par le carbone ou l'oxyde de carbone, mais *que l'on peut réduire par un mélange de silice et de charbon avec formation de silicate de chaux.*

M. Gautier ne voit pas bien quelle réaction on pourrait invoquer pour expliquer la décomposition du phosphate de fer par le fer. Il ne pourrait se former qu'un sous-phosphate, qui n'aurait aucune raison pour passer dans le métal. Quant à l'exemple, que cite M. Regnard, de fer puddlé qui absorberait du phosphore au contact de scories phosphoreuses, il ne connaît pas ce fait, mais il lui semble qu'on pourrait l'expliquer par une action toute physique et sans faire intervenir de réactions chimiques peu connues. Si le fer en question était à l'état de loupe spongieuse, il peut y avoir eu imbibition de scorie phosphoreuse, que le martelage ou la compression n'aurait pu expulser ensuite suffisamment.

M. Périssé désire appeler l'attention de la Société sur l'explication, donnée par M. Pourcel, des circonstances particulières qui ont accompagné les deux opérations de déphosphoration, au convertisseur Bessemer dans l'usine d'Eston.

A deux reprises, on a remarqué que la proportion de

phosphore était plus forte après l'addition du spiegel ; de 1,4 millième avant cette addition, la proportion s'est relevée à 2,3 millièmes. Cette réincorporation du phosphore dans le métal fondu serait due à l'action du gaz oxyde de carbone provenant du carbone du spiegel, lequel gaz réducteur aurait ramené une partie du phosphate de fer de la scorie à l'état de phosphure dans le bain métallique.

C'est en se basant sur une même réaction qu'on s'explique pourquoi la courbe de déphosphoration ne s'est abaissée qu'après la période de décarburation, par un soufflage supplémentaire pratiqué à la fin de l'opération ordinaire au convertisseur.

M. Périssé pense avec MM. Pourcel et Gautier, que la courbe du phosphore ne doit pas présenter la ligne droite indiquée par le diagramme des habiles expérimentateurs anglais. Il est permis d'admettre, en attendant les indications de la pratique, que le phosphore s'est scorifié d'abord pendant la première période du soufflage, dans laquelle le carbone n'a pas été sensiblement oxydé, et on arrive ainsi à donner à la courbe du phosphore, la forme curviligne infléchie que M. Périssé trace sur le tableau.

Cette hypothèse peut être admise, car elle est en concordance avec les résultats obtenus par M. Lowthian Bell et par M. Krupp, à la suite d'une espèce de mazéage en présence de garnitures et de scories ferreuses éminemment basiques. La déphosphoration partielle a été obtenue, mais à la condition d'arrêter l'opération au moment où la décarburation commence, c'est-à-dire lorsque le dégagement de l'oxyde de carbone s'est manifesté.

Pourquoi n'en serait-il pas de même dans le convertisseur avec garniture basique, contenant en outre une certaine quantité de scories de fer et de chaux? Les conditions sont assez semblables, sauf toutefois la température et la composition de la garniture et des scories, quoiqu'elles soient basiques dans les deux cas.

L'emploi d'une garniture en chaux ou magnésie s'impose ici pour avoir une réfractabilité suffisante. De plus, la présence de la chaux dans les scories peut avoir pour effet de mieux neutraliser la silice par la multiplicité des bases, et d'aider ainsi la déphosphoration sous l'influence du courant d'air.

Quant à l'élévation de la température, s'il est vrai qu'elle favorise la réduction du phosphate, il faut du moins reconnaître que la basicité des scories et l'énergie de l'oxydation par le soufflage peuvent contre-balancer, et au delà, l'action de la plus haute température et amener la scorification du phosphore.

Ceci admis, M. Périssé pense qu'il faut profiter de cette scorification précédant la période de décarburation, et qu'il convient pour cela de se débarrasser des silicates et des phosphates en coulant une grande partie des scories, au moment où le carbone va commencer à brûler intermoléculairement par suite de l'abaissement de la proportion du silicium dans le bain. Seulement, il vaudrait mieux procéder avec une fonte un peu manganésifère, parce que le manganèse, très-oxydable, retarderait la décarburation, tout en donnant intermoléculairement un protoxyde énergique, qui favoriserait l'oxydation du phosphore en neutralisant l'action de la silice provenant de la combustion du silicium.

En se débarrassant préalablement d'une partie des scories, l'opération pourrait se terminer dans le même convertisseur dans des conditions bien meilleures.

En effet, la période de sursoufflage serait bien plus courte, puisqu'une notable partie du phosphore aurait été déjà éliminée. Conséquemment, la proportion de spiegel serait bien moindre, la proportion de phosphore réincorporé serait bien plus faible, et enfin on arriverait plus facilement à la désoxydation complète du bain final, qui n'a pas dû être obtenue à Eston, si on se rappelle ce que M. Gautier a dit à la Société au sujet de la nature du métal et des produits laminés.

M. Périssé conseille donc de *se débarrasser de la scorie dans le cours de l'opération,* au moment jugé le plus opportun; mais il ne pense pas qu'il soit pour cela nécessaire d'avoir deux convertisseurs, ainsi que l'a proposé M. Harmet. Il serait heureux qu'un membre présent pût apporter à la Société des renseignements sur ce dernier procédé; ce serait un utile complément à la communication très-intéressante, et très-bien coordonnée de M. Gautier.

M. Jules Garnier dit que, dans l'opération au Bessemer de MM. Thomas et Gilchrist, le phosphore commence à s'oxyder en même temps que le silicium pour passer à l'état de phosphate dans la scorie, et que, si on retrouve intégralement le phosphore dans le métal après le départ du carbone, c'est que le produit de la combustion de ce corps, c'est-à-dire l'oxyde de carbone, en traversant la scorie, a réduit les phosphates formés et régénéré le phosphore. — En un mot, dans l'opération au Bessemer, on a une couche inférieure de métal où s'exerce une énergique action oxydante et une couche supérieure de scories, où s'exerce une puissante action réductrice aussi longtemps que le carbone brûle. C'est là ce qui explique sans doute que certains minerais, bien que n'ayant pas de phosphore, ne peuvent pourtant donner au Bessemer que de mauvais produits; c'est que leurs fontes tiennent de l'aluminium, du magnésium ou autres corps simples qui se réintègrent dans le métal sous l'action de l'oxyde de carbone et rendent le produit de mauvaise qualité.

M. J. Garnier s'étonne donc que MM. Thomas et Gilchrist aient tracé à peu près horizontalement la courbe de départ du phosphore au lieu de lui donner la double inflexion. M. Pourcel, dans sa récente communication à la Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne, a déjà émis l'idée de cette double inflexion; M. Périssé vient encore de la signaler comme probable et M. J. Garnier appuie énergiquement ce dire, qu'il considère comme *certain.* Qu'est-ce, en effet, que la première phase de l'opé-

ration Bessemar, si ce n'est un mazéage ; or, tout mazéage enlève d'abord le silicium, puis une dose plus ou moins grande de phosphore ; enfin, arrive la période de décarburation proprement dite. M. Richard Akermann, professeur à l'École des Mines de Stockolm, au Congrès de 1878, à Paris, de l'*Iron and steel Institute*, a analysé les phénomènes qui se produisent dans le mazéage sur sole ; il dit, entre autres : « Par ce procédé, tout en enlevant le silicium et une grande partie du phosphore sous une action oxydante, la fonte ne se décarbure jamais sensiblement et n'acquiert donc pas une aussi grande tendance à réduire le phosphore de la scorie et à s'y combiner de nouveau. » Toutefois, d'accord avec ce que vient de dire M. Regnard, M. Akermann attribue au fer lui-même une action réductrice sur les phosphates déjà formés ; action d'autant plus grande *que le fer s'approche plus de l'état de nature :* ce fait serait le résultat d'expériences, et, en y réfléchissant, il est à supposer que le fer ne joue pas ici le rôle direct et que c'est encore l'oxyde de carbone qui, au fur et à mesure de son départ, opère de plus en plus les réductions observées. — Ainsi donc, si M. Akermann a signalé l'effet de l'oxyde de carbone dans l'opération d'affinage des fontes, il appartenait en réalité à M. Pourcel d'en faire ressortir plus nettement l'importance. Cette importance n'a pas d'ailleurs échappé, non plus, aux ingénieurs de Krupp, puisque dans leur mode de mazéage sur sole des fontes phosphoreuses, ils arrêtent l'opération aux premiers dégagements des bulles de gaz oxyde de carbone.

Mais si l'on admet que le silicium et le phosphore opèrent leur départ avant le carbone, on peut se demander pourquoi Samuelson, Lowthian-Bell, Krupp, etc., n'arrivent pas à *scorifier* tout le phosphore. M. Garnier en a cherché la raison et il saisit cette occasion de donner celle qu'il a trouvée ([1]). Dans les fontes phosphoreuses, on a générale-

([1]) MM. Pourcel et West ont cru devoir répondre ainsi qu'il suit, aux assertions de M. J. Garnier :

ment peu de silicium ; eh bien! c'est précisément ce manque relatif de silicium qui empêche la *scorification* complète du phosphore, soit dans le mazéage sur sole, soit dans son analogue, la première période d'insufflation dans la cornue Bessemer ; en effet, quand la faible dose de silicium est brûlée, ainsi qu'une dose proportionnelle de phosphore, le carbone commence sa combustion, bien qu'il

---

« Monsieur le Président,

« A propos du compte rendu de la séance du 4 juillet dernier, où se trouve *in extenso* l'intéressante communication de M. Gautier sur la déphosphoration, j'ai quelques observations à présenter au sujet des paroles qu'a prononcées notre collègue, M. Garnier.

« M. Garnier, membre de l'industrie minérale, a lu ma communication sur la déphosphoration, faite à cette Société le 7 juin dernier, puisqu'il me fait l'honneur d'en citer des passages, mais il l'a parcourue plutôt que lue, sans doute.

« En effet, dans le compte rendu de la séance du 4 juillet, on lit : « .... On peut se demander pourquoi Samuelson, Lowthian Bell, Krupp, etc., n'arrivent pas à *scorifier* tout le phosphore.

« M. Garnier en a cherché la raison et *il saisit cette occasion de donner celle qu'il a trouvée*. Dans les fontes phosphoreuses, on a généralement peu de silicium ; eh bien ! c'est ce manque de silicium qui empêche la scorification.... », tout le paragraphe est à citer. La conclusion en est : qu'avec plus de silicium on enlèverait plus de phosphore. C'est précisément ce qui est écrit en toutes lettres dans ma communication du 7 juin (que j'ai l'honneur de vous adresser). On y lit :

« S'il s'était (M. Bell) préoccupé davantage des teneurs relatives du silicium et du phosphore, avec plus de silicium il serait sans doute arrivé à réduire encore la teneur en phosphore. »

« Et plus loin, je réponds à M. Lescure qui applique à l'opération Bessemer ma théorie de départ simultané du silicium et du phosphore « ....que la principale « difficulté à vaincre sera de fixer les relations qu'il doit y avoir entre les teneurs « en silicium et en phosphore pour que, pendant la combustion du silicium et avant « celle du carbone, le phosphore ait tout le temps de se scorifier ».

« Je crois donc, Monsieur le Président, que le contenu du paragraphe cité plus haut de la communication de M. Garnier, est la reproduction de ce que j'avais exposé un mois auparavant à Saint-Étienne, et que ce que M. Garnier appelle son système (réponse à M. Criner) est aussi un peu mon système.

« Dans tous les cas, je suis heureux de me trouver en communauté de vue avec un collègue aussi distingué que M. Garnier, et je vous prie de vouloir bien agréer, etc., etc.

Signé : « POURCEL. »

« Monsieur le Président,

« En lisant le compte rendu très-intéressant de la séance du 4 juillet, séance à laquelle j'ai regretté de ne pas assister, j'ai vu qu'un membre de la Société avait émis en 1874, que les siliciures de fer introduits dans l'acier pouvaient empêcher les soufflures.

« Je pense qu'il serait intéressant pour la Société de savoir que l'usine Revollier-Biétrix, de Saint-Étienne, avait exposé en 1872, à l'Exposition universelle de Lyon, un lingot d'acier sans soufflures fabriqué par le procédé dit au siliciure de fer.

« A la même époque, il avait été fondu et forgé dans l'usine, un lingot du même métal, du poids de 1000 kil. environ ; avec ce lingot, il fut fait une pièce comprenant quatre corps de pompes de compression pour presse hydraulique.

« Je dois aussi indiquer que l'acier en question était fondu au four Martin-Siemens ; j'étais chargé de la fabrication et je fis le premier essai de ce genre, sur une indication que m'avait donnée M. Jordan en 1871. Dans cet essai, qui avait

y ait encore du phosphore. Mais si on opérait sur des fontes dans lesquelles la proportion de silicium par rapport au phosphore fût suffisamment élevée, la période d'oxydation du silicium se prolongerait, par suite, celle du phosphore, qui, de la sorte, serait complètement scorifié au moment où le carbone arriverait à sa période active de combustion ; mais, si l'on coule à ce moment, le phosphore est en entier dans la scorie et le métal est un carbure de fer très-pur.

Quelle est cette proportion relative de silicium et de phosphore à maintenir dans les fontes? C'est ce que les

---

complètement réussi, j'avais employé, pour introduire du silicium, de la fonte Bessemer venant de l'usine de Terre-Noire.

« Veuillez agréer, etc., etc.

Signé : « WEST. »

Ces deux réponses de MM. Pourcel et West ont été suivies d'une dernière lettre de M. J. GARNIER.

« Monsieur le Président,

« Je crois devoir répondre aux lettres que deux de mes honorables collègues, MM. Pourcel et West, vous ont écrites au sujet des communications qui ont été faites à la Société des Ingénieurs civils, dans sa séance du 1er août 1879.

La question de la déphosphoration me préoccupe depuis longtemps ; je me tiens au courant de toutes les études que l'on fait dans le même sens, et j'eus communication du graphique de Richards, dès qu'il fut rendu public en Angleterre. L'inspection de ce diagramme m'inspira bientôt les réflexions suivantes :

1° Que la courbe du carbone y devait être erronée, à moins que les phases du travail au Bessemer ne fussent tout à fait différentes de celles qu'on observe sur sole ;

2° Que le silicium en forte dose, par rapport au phosphore, doit faciliter le départ de celui-ci et qu'il y a donc lieu d'opérer sur des fontes extra-siliceuses, ou mieux *d'ajouter au bain des siliciures de fer.*

Sur ces entrefaites, la communication de M. Gautier (mai 1879) fut mise à l'ordre du jour de notre Société ; la compétence bien connue de cet ingénieur devait attirer de nombreux métallurgistes — ce qui eut lieu, en effet — et je me réservai d'exposer devant eux ma façon de voir, dont j'entretins d'ailleurs par avance plusieurs ingénieurs.

Le 7 juin 1879 eut lieu, à Saint-Étienne, la communication de M. Pourcel ; le compte rendu n'arriva à Paris, suivant l'usage, que dans les premiers jours de juillet ; j'eus toutefois le temps d'en prendre connaissance avant notre séance du 4 juillet, où j'ai parlé ; mais rien ne me frappa dans cette communication qui est en effet, sur certains points, en désaccord complet avec mon système sur lequel, à ce moment, j'avais déjà rédigé le mémoire descriptif de mon brevet, lequel porte la date officielle du 5 juillet.

Il est certain que M. Pourcel, dans sa communication, dit qu'il doit y avoir une relation de proportionnalité entre le silicium et le phosphore des fontes ; mais ce fait est avancé d'une façon incidente, en quelques mots perdus dans une dissertation générale de plusieurs pages. En dehors de cela, M. Pourcel ne dit pas qu'on peut utiliser ce fait et il donne encore moins les moyens de le faire. Bien plus, M. Pourcel avance nettement les principes ci-dessous :

« Le four Siemens-Martin ne remplit pas les conditions énoncées, ni même le four Pernot ; le forno-convertisseur Ponsard et surtout la cornue Bessemer sont les seuls appareils qui les réalisent. » Et plus loin : « Comme conséquence, on

expériences apprendront ; on peut déjà prévoir, d'après des analogies, que le silicium devra être dans une proportion double ou triple de celle du phosphore.

M. Gillot croit devoir repousser, quant à lui, toutes les explications qui ont été proposées de la déphosphoration. Il n'y a pour lui qu'un condiment économique purificateur, c'est le manganèse, qui, en passant à l'état de protoxyde, fournit une base d'une énergie considérable. Quant à faire de bon fer ou de bon acier avec des minerais phosphoreux, M. Gillot le croira quand il l'aura vu,... et encore?

---

peut donc prévoir qu'aux fours Pernot, Martin ou Siemens-Martin, dans lesquels on n'a pas à sa disposition l'énergique action affinante du *sursoufflage*, malgré le revêtement basique de la sole, identique à celui du convertisseur Bessemer, on ne pourra *jamais* réaliser la déphosphoration du métal doux d'une façon pratique. »

Je suis ici d'un avis contraire à M. Pourcel, ainsi qu'il le verra dans mon brevet ; c'est précisément des fours à sole que j'attends dans mon système les meilleurs résultats ; bien plus, je compte peu sur les appareils Bessemer, pour la raison suivante que M. Pourcel partagera probablement après réflexion, c'est qu'il me paraît difficile de régler la température dans une cornue Bessemer, que cette température sera énorme avec des bains extra-silicieux, d'où les réactions sur lesquelles je compte sur sole ne s'effectueront pas de la même façon.

En résumé, si nous nous sommes rencontrés avec M. Pourcel sur le fait que la dose de silicium joue un rôle important dans l'acte de la déphosphoration, je revendique de l'avoir plus nettement affirmé ; d'avoir utilisé le fait en donnant les moyens de le mettre en œuvre ; enfin, d'appliquer surtout mon procédé par l'intermédiaire des fours à sole, que M. Pourcel condamne en principe comme incapables de permettre la déphosphoration complète.

J'arrive maintenant à la lettre de M. West, au sujet des siliciures de fer auxquels j'ai fait allusion en citant mon brevet du 5 juin 1874. Si M. West veut bien lire ce brevet, il verra que je suis loin d'y revendiquer l'emploi des fontes siliceuses — qu'il ne faut pas confondre avec les siliciures de fer — pour l'obtention des aciers sans soufflures. Voici, d'ailleurs, un extrait de mon texte : « .... On sait que le silicium joue dans le fer un rôle analogue à celui du carbone ; que, de plus, il a sur le carbone l'avantage de ne pas donner un gaz, mais un solide, par son alliage avec l'oxigène. Je me réserve donc de fabriquer des fers fondus au silicium ou des *siliciures de fer* sans carbone ou avec un peu de carbone et de les employer pour les opérations du moulage ; je suis ainsi à l'abri des soufflures qui se produisent avec l'acier moulé. » Ainsi donc, je n'ai signalé comme véhicules d'introduction du silicium dans les fers que le *chlorure de silicium* et les *siliciures de fer :* j'ai évité de parler du troisième mode qui consiste à prendre simplement des fontes siliceuses du commerce ; ce moyen, beaucoup moins efficace, appartient au domaine public depuis longtemps ; il fut préconisé par Bessemer et employé dans diverses usines d'Europe. En l'appliquant dans ses aciéries en 1872, M. J. F. Revollier — dont j'ai eu l'honneur d'être l'ami et parfois le conseil, depuis l'année 1867 jusqu'à sa mort, en 1878 — M. Revollier, dis-je, savait qu'il imitait et n'inventait pas. Pourtant, vers cette époque, j'avais déjà la pensée que, par l'addition de produits extra-siliceux, on aurait des moulages régulièrement sans soufflures ; M. Sabatier, directeur des constructions navales, se rappellerait peut-être encore qu'à cette date je lui proposai de couler ses blindages en acier sans soufflures, et je comptais pour réussir sur les siliciures de fer fabriqués en grand, mais analogues à ceux que Berzelius fit au creuset pour la première fois, il y a de nombreuses années. »

M. Criner fait observer que l'affinage des fontes ordinaires, dans un appareil quelconque à garniture basique, commence par l'oxydation simultanée du silicium et du phosphore.

M. J. Garnier en a conclu qu'en augmentant la quantité du silicium, la période de scorification serait allongée, ce qui permettrait une plus grande élimination du phosphore. Sans s'inscrire absolument contre cette façon de voir, M. Criner croit qu'il convient d'être un peu moins affirmatif.

Si nous nous reportons, en effet, aux courbes du carbone et du silicium, nous voyons que la première est d'abord une ligne droite, ou sensiblement droite, et qu'elle ne s'infléchit que quand la teneur en silicium du bain métallique est réduite à environ 1 p. 100. Jusqu'à ce moment, le silicium joue donc envers le carbone le rôle de *protecteur absolu* de l'oxydation.

Or, qui sait si, en augmentant la teneur en silicium de la fonte, on n'aurait pas une courbe analogue pour représenter le phosphore?

Des analyses seules pourront déterminer s'il est avantageux d'employer ces fontes plus siliciées, mais aussi plus coûteuses.

M. Jules Garnier dit qu'à son avis, le phosphore ne saurait avoir une courbe de départ parallèle à celle du carbone comme le fait craindre préjudiciellement M. Criner; on sait, en effet, que toutes les combinaisons ou alliages soumis à un affinage oxydant laissent les corps qui les composent partir dans l'ordre régulier de leur affinité respective pour l'oxygène. Or, le phosphore est bien plus oxydable que le carbone ; il l'est peut-être plus que le silicium et, de fait, il est à présumer que, si la silice n'était un acide plus puissant et moins facile à ramener à un état inférieur d'oxydation que l'acide phosphorique, ou si même on pouvait obtenir une fonte phosphoreuse et siliceuse, mais privée de carbone, il est à présumer que le phosphore

s'éliminerait avant le silicium. Aussi M. Garnier propose-t-il de pratiquer son système avec des fontes très-peu carburées, mais qu'on additionnerait de siliciures de fer, peu carburés eux-mêmes relativement. Ce moyen serait, dans certains cas, plus économique que d'agir sur des fontes siliceuses qui sont, en effet, d'un prix élevé. M. Garnier a déjà proposé, en 1874, l'emploi des siliciures de fer pour la fabrication d'aciers au silicium exempts de soufflures, et, en tous cas, ces siliciures, alliés au manganèse, conviendraient mieux que le *spiegel* comme addition finale dans le système Thomas et Gilchrist, puisqu'ils introduiraient une proportion relativement moindre de carbone et, par suite, réintégreraient moins de phosphore dans le bain.

M. Leblanc demande comment sont faites les analyses destinées à doser le phosphore dans les expériences dont M. Gautier a entretenu la Société.

M. Gautier répond que le réactif employé est le molybdate d'ammoniaque, qui permet de doser le phosphore avec une très-grande précision.

M. Brüll demande à M. Gautier s'il lui est possible de fournir à la Société quelque indication sur le prix de revient du métal fabriqué d'après le procédé Thomas et Gilchrist.

M. Gautier répond qu'il lui est impossible de fournir ce renseignement, les expériences étant trop peu nombreuses encore pour qu'on ait pu établir les éléments complets d'un prix de revient. Les inventeurs eux-mêmes seraient fort embarrassés. Ils parlent de 10 à 12 fr. par tonne pour les frais supplémentaires de déphosphoration; avec l'écart actuel de 14 shillings par tonne entre la fonte du Cleveland et celle du Cumberland, il est probable qu'en Angleterre l'acier fait avec les fontes *phosphoreuses coûterait plus cher qu'en employant la fonte pure.*

M. Périssé demande à ajouter quelques mots. Les essais de MM. Thomas et Gilchrist et des autres mé-

tallurgistes cités par M. Gautier, permettent certainement de dire aujourd'hui qu'avant peu des rails d'acier seront fabriqués avec les fontes phosphoreuses du Cleveland et de la Moselle. Mais faut-il considérer les essais d'Eston comme concluants au point de vue véritablement industriel? Il ne le pense pas.

D'abord, il y a la *garniture*. Combien d'opérations pourront être faites sans en changer. On ne peut rien dire sur ce point, puisque, dans les deux opérations citées, M. Gautier a estimé à 400 ou 500 kil. la consommation de la garniture calcaréo-magnésienne.

Ensuite, et afin de réduire beaucoup la proportion de la silice et de l'acide phosphorique dans les scories, il y a l'obligation d'ajouter dans l'appareil une *quantité considérable d'oxydes* de fer et de chaux, 1 200 kil. pour 6 000 kil. de fonte. Cette addition doit conduire à des opérations plus froides. Le fait a été d'ailleurs constaté. Comment en serait-il autrement si on considère que la quantité de chaleur contenue dans les laitiers est, à température et à poids égaux, beaucoup plus grande que celle contenue dans l'acier. En effet, d'après M. Gruner, la chaleur spécifique moyenne des laitiers de hauts fourneaux serait de 0,28 à 0,29, c'est-à-dire une fois et demie environ la chaleur spécifique du fer à la même température. Quant à la chaleur latente, elle serait de 50 calories pour les laitiers au lieu de 30 calories environ pour la fonte et l'acier.

De ces chiffres, corrigés même pour tenir compte de la composition chimique différente, on peut déduire que les scories des opérations d'Eston contenaient 400 à 500 calories par kilogramme, tandis que l'acier Bessemer n'en contenait que 300 à 320. Si on tient compte des proportions, on arrive à conclure que la quantité de chaleur contenue dans le bain se répartit à peu près de la façon suivante : 75 p. 100 dans l'acier et 25 p. 100 dans les scories.

Un quart de la chaleur est donc stérile et peut manquer

au métal, parce que la plus grande durée de l'opération et ses intermittences sont aussi des causes de refroidissement. Il faut donc employer des fontes chaudes, c'est-à-dire introduire plus de silicium, qui nécessite l'emploi d'une plus grande quantité de scories : on tourne dans un cercle vicieux. Déjà, à Eston, avec des fontes plus siliciées que les fontes Bessemer employées dans les aciéries françaises, on a obtenu une première opération moins chaude et une deuxième opération qui doit être considérée comme froide.

Ces conditions différentes, jointes à d'autres encore, telles que la production plus faible par opération, doivent exercer une grande influence sur le prix de revient. Aussi M. Périssé comprend très-bien qu'il ne soit pas possible aujourd'hui de déterminer le prix de revient de l'acier par les nouveaux procédés de déphosphoration.

M. Regnard pense qu'il serait injuste de laisser clore une séance consacrée tout entière à une question aussi intéressante que celle de la déphosphoration, sans citer au moins le nom de M. Tessié du Motay, qu'on peut dire l'un des plus anciens et des plus persévérants pionniers de cette question. S'il ne lui a pas été donné d'arriver à une réussite complète, il est permis de croire que ses travaux, ses essais si variés et si nombreux, auxquels il laissait libéralement assister tous les métallurgistes qui en témoignaient le désir, et l'*excitement*, pour employer un mot anglais, ou l'agitation qu'il a entretenue longtemps sur le problème de la déphosphoration, n'ont peut-être pas été sans une certaine influence sur le résultat final, auquel d'autres que lui semblent aujourd'hui bien près d'arriver.

Si on reprenait dans l'ordre méthodique si bien suivi par M. Gautier, toutes les questions ayant trait à la déphosphoration, le puddlage, le mazéage, la fabrication du fine-métal, le travail de la fonte par insufflation d'air, par additions chimiques, par réactions au four Martin-Siemens, les garnissages basiques, etc., il serait intéressant de rap-

peler les travaux persévérants et les théories ingénieuses de ce chercheur infatigable sur chacun de ces points. L'heure avancée ne permettrait pas même d'effleurer ce sujet, mais M. Regnard tenait à prononcer au moins le nom de M. Tessié du Motay à l'occasion de cette discussion.

(*A suivre.*)

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Canon long de 10c,5 de siège et de place système Krupp. — L'usine Krupp a exécuté pendant les mois de décembre 1879, janvier et février 1880, des expériences de tir sur un canon de 10c,5 de siège et de place plus long que celui de même calibre qui avait déjà été essayé à Meppen au mois d'août 1879[1]. Voici les principales données de cette nouvelle bouche à feu :

Calibre	mill.	105
Longueur totale	id.	3 860
Longueur d'âme	id.	3 400
Poids (y compris le mécanisme de ferm.)	kil.	1 150
Prépondérance à la culasse	id.	100
Nombre des rayures		32
Profondeur des rayures	mill.	1,25
Largeur des cloisons	id.	3,5
Largeur des rayures	id.	6,8
Pas des rayures	calibres	25
	mill.	2 625

Affût. — Le canon est monté sur un affût de place et de siège système Krupp, à flasques en tôle d'acier laminée. Les roues sont en bois et à moyeu métallique. L'essieu est en acier.

Poids de l'affût	kil.	975
Hauteur de l'axe horizontal de la pièce.	mill.	1 830
Diamètre des roues	id.	1 560
Angle de tir maximum	degrés	+ 35
Angle de tir minimum	id.	— 10

Munitions. — Le canon de 10c,5 lance des obus à anneaux de 3,5 et de 4 calibres pesant respectivement 16 et 18 kil.

Le tableau I donne les résultats du tir de justesse, le tableau II ceux du tir aux vitesses de ce canon.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

[1] Voir *Revue d'artillerie*, septembre 1879, p. 496.

Canon long de 10,5 de siège et de pla

DATES.	NOMBRE DES COUPS.	PROJECTILE.		POUDRE.		BUT.		HAUSSE.	DÉRIVA
		Obus.	Poids.	Nature.	Poids de la charge.	Espèce.	Distance.		
			kilogr.		kil.		mètr.	deg. ou dér.	(°
4 déc. 1879.	5	3,5 calibres.	16	Gros grains (10 à 16mm)	4,2	Cible.	1 521	38	0,!
9 janv. 1880	10	Idem.	16	Idem.	4,2	Id.	1 521	2° 9'	0
22 janvier	9	Idem.	16	Idem.	4,2	Id.	3 500	6°30'	14,!
10 janvier.	7	Idem.	16	Cubique (15 à 18mm) .	4,0	Id.	1 521	38	0
15 janvier.	12	Idem.	16	Idem.	4,0	Id.	3 500	6°33'	14,!
26 janvier.	12	4 calibres.	18	Gros grains (10 à 16mm)	4,2	Id.	1 521	41	0
15 janvier.	5	Idem.	18	Cubique (15 à 18mm). .	4,0	Id.	3 500	6°51'	12,!
6 février.	5	3,5 calibres.	16	Gros grains (10 à 16mm)	4,2	Id.	2 500	4°	3
Idem.	5	4 calibres.	18	Idem.	4,2	Id.	2 500	4° 9'	3
Idem.	5	3,5 calibres.	16	Cubique (15 à 18mm) .	4,0	Id.	2 500	4° 3'	3
5 février.	5	Idem.	16	Gros grains (10 à 16mm)	4,2	Sol.	»	13°	11
Idem.	5	Idem.	16	Cubique (15 à 18mm). .	4,0	Id.	»	13°	11
31 janvier.	5	3,5 calibres chargé.	16,35 à 16,50	Gros grains (10 à 16mm)	3,8	Id.	»	35°	60
Idem.	5	Idem.	Idem.	Idem.	4,0	Id.	»	»	»
5 février.	5	3,5 calibres.	16	Idem.	4,2	Id.	»	»	»
31 janvier.	5	4 calib. chargé à balles.	18,23 à 18,35	Idem.	4,0	Id.	»	»	»
29 janvier.	9	3,1 calibr.	16	Idem.	3,75	Cible.	1 521	44	1,
Idem.	5	Idem.	16	Idem.	4,0	Id.	1 521	41	1,

esse.

TABLEAU I.

	ÉCART moyen.			ESPACE comprenant 50 p. 100 des coups.			VENT.		TEMPS.	OBSERVATIONS.
	en portée.	en hauteur.	en direction.	en portée.	en hauteur.	en direction.	Vitesse.	Direction.		
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.			
								NNE.		
,75	»	0,21	0,26	»	0,41	0,43	4,3	←	Clair.	
,70	»	0,32	0,32	»	0,55	0,54	1,9	↗	Brouillard épais.	
,65	»	1,78	0,93	»	3,00	0,57	4,3 à 3,0	↗	Brouillard et neige.	
,70	»	0,19	0,57	»	0,33	0,97	2,3	↓	Clair, puis brouill.	
,90	»	1,69	1,75	»	2,85	2,96	»	Variable.	Variable, neige.	
,50	»	0,35	0,44	»	0,58	0,74	1,5	←	Brouillard léger.	
,30	»	1,18	0,81	»	1,99	1,36	»	Variable.	Variable, neige.	
,45	»	0,29	0,71	»	0,49	1,20	4,8	↖	Brouillard léger.	
,55	»	0,52	1,17	»	0,88	1,97	4,8		Idem.	
,0	»	0,38	0,47	»	0,65	0,79	4,8		Idem.	
	38	»	3,1	64	»	5,24	»	Variable.	Clair, puis brouill. très-épais.	
	29,9	»	5,2	50	»	8,79	»	Idem.	Brouill. très-épais.	
	61,4	»	10,0	104	»	16,9	0,5	←	Clair.	
	94,7	»	10,0	160	»	16,9	0,5	Idem.	Idem.	
	150	»	11,9	220	»	20,1	»	Variable.	Clair, puis brouill.	
	49,1	»	7,7	83	»	13,0	0,5	←	Clair.	
	»	0,54	0,40	»	0,91	0,67	5 à 6,8	↑	Idem.	
,35	»	0,69	0,37	»	1,01	0,63	»	SSO.	Idem.	

(1) Les divisions de la hausse et de la dérive correspondent à 1/1 000 de la ligne de mire.

Canon long de 10c,5 de siège et de place. — Tir aux vitesses. TABLEAU II.

DATES.	POUDRE. Espèce.	Poids de la charge.	POIDS du projectile.	NOMBRE de coups.	VITESSES MESURÉES A 30 mètres de la bouche.	50	100	300	1 500	2 484	3 486	PRESSIONS mesurées au crusher.	TEMPS.	OBSERVATIONS.
		kil.	kil.		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	atm.		
4 déc. 1879 . . .	Gros grains, 10 à 16 millim.	4,0	16	5	»	469,0 +1,5 −1,6	»	441,5 +1,3 −1,0	339,2	»	»	2 045	Clair.	Les chiffres imprimés en petits caractères donnent les écarts maximums entre les vitesses obtenues et la vitesse moyenne calculée.
9 janvier 1880 .	Id.	4,0	16	1	»	471,8	»	»	»	»	»	2 040	Brouillard épais.	
4 décembre . .	Id.	4,2	16	5	»	483,0 +2,0 −2,5	»	448,7 +4,8 −3,7	351,0 +0,8 −1,0	»	»	2 110	Clair.	
9 janvier. . . .	Id.	4,2	16	10	»	484,0 +2,7 −2,8	»	457,5 +0,4 −0,6	359,3 +1,1 −1,7	»	»	2 130	Brouillard épais.	
22 janvier . . .	Id.	4,2	16	8	»	485,8 +0,2 −6,2	»	»	»	»	287,1	2 260	Brouillard et neige.	
26 janvier . . .	Id.	4,2	16	3	»	485,1 +0,9 −1,3	479,7 +1,8 −1,7	454,6 +0,4 −0,5	350,7 +0,1 −0,2	»	»	2 310	Brouillard léger.	
4 décembre. . .	Id.	4,25	16	1	»	488,7	»	461,0	»	»	»	2 220	Clair.	
4 décembre. . .	Id.	4,30	16	1	»	491,4	»	462,5	»	»	»	2 180	Clair.	
26 janvier . . .	Id.	4,2	18	13	»	463,2 +2,8 −2,0	459,8 +1,7 −1,6	438,3 +2,9 −1,4	350,7 +0,9 −0,7	»	»	2 330	Brouillard léger.	
10 janvier . . .	Cubique, 15 à 18 milliim. .	4,0	16	10	»	484,5 +3,7 −4,3	»	»	350,8 +2,4 −1,7	»	»	2 100	Clair, puis brouillard	
15 janvier . . .	Id.	4,0	16	11	»	486,4 +2,5 −2,3	»	»	»	»	»	2 120	Variable.	
10 janvier . . .	Id.	4,2	16	1	»	504,7	»	»	»	»	»	2 260	Variable	
15 janvier . . .	Id.	4,0	18	5	»	461,4 +2,7 −3,0	»	»	»	»	277,6	2 200	Clair, puis brouillard	
10 janvier . . .	Anglaise, à gr. gr., 13 à 16 mil.	4,0	16	1	»	477,0	»	»	»	»	»	2 010	Clair, puis brouillard	
29 janvier . . .	Gros grains, de 10 à 16 mill.	3,75	16	9	»	452,4	448,5	420,0	331,1	»	»	1 900	Clair.	
29 janvier . . .	Id.	4,0	16	5	»	471,8	464,5	»	341,6	»	»	2 060	Clair.	
5 février. . . .	Id.	4,2	16	5	488,2	»	»	»	»	»	»	2 270	Clair, puis brouillard	
6 février. . . .	Id.	4,2	16	10	487,1	»	»	»	»	318,6	»	2 280	Brouillard léger.	
6 février. . . .	Id.	4,2	18	5	464,8	»	»	»	»	320,1	»	»	Brouillard léger.	
5 février. . . .	Cubique, 15 à 18 millim. . .	4,0	16	5	488,3	»	»	»	»	»	»	2 200	Brouillard tr.-épais.	
6 février. . . .	Id.	4,0	16	5	485,5	»	»	»	»	317,8	»	2 190	Brouillard léger.	

Allemagne : Mortier Krupp de 15c. — La *Revue* a déjà donné une description sommaire de cette bouche à feu [1] que la maison Krupp a construite pour répondre à l'une des exigences de la guerre de siège. Il ne suffit pas, en effet, de posséder des mortiers de gros calibre pouvant renverser les abris et démonter les pièces des remparts, il est nécessaire d'avoir, en outre, des pièces destinées à rendre intenables les parties de la fortification qui ne sont pas couvertes. Pour arriver à ce but, ces bouches à feu de puissance moindre devront posséder une justesse suffisante unie à une grande mobilité qui permettra de les mettre rapidement en batterie.

Le mortier de 15c Krupp satisfait à cette dernière condition, puisque l'ensemble formé par la pièce, l'affût et la plate-forme ne pesant pas plus de 1365 kil., peut être transporté sur un avant-train de campagne, comme le montre la figure de la page 110, dessinée d'après une photographie.

On voit que l'installation du mortier sur l'emplacement où il devra ouvrir le feu pourra être très-rapide, car l'avant-train, ainsi chargé, y sera traîné par six chevaux, et la pièce aussitôt mise en batterie. La plate-forme n'est pas enfoncée dans le sol, comme on l'avait dit à tort, mais simplement posée à terre.

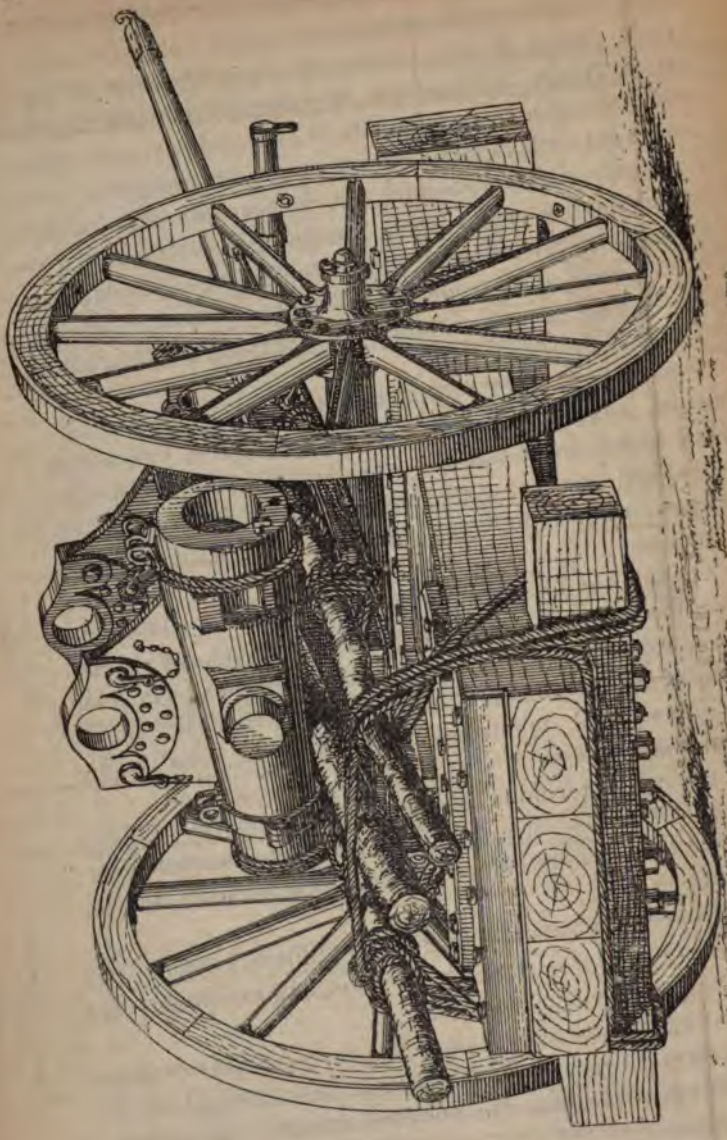
Les essais, exécutés à Meppen, du 6 au 23 novembre 1879, ont permis d'apprécier la justesse de tir du mortier léger de 15c. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau de la page 111.

On a tiré des obus ordinaires de 2,8 calibres, pesant 31k,3 avec de la poudre à gros grains de 6 à 10 millimètres et dont la densité était 1,64.

Ces expériences avaient pour but de recueillir des données pouvant servir à l'établissement des tables de tir, et de déterminer la limite que pouvait atteindre, sans nuire à

---

[1] Voir *Revue d'artillerie* septembre 1879, page 495.



... sur un avant-train de campagne.

Mortier de 15c. — Tir de justesse.

DATES.	NOMBRE DES COUPS.	POIDS DE LA CHARGE.	ANGLE DE TIR.	ANGLE du plan de tir avec l'axe de la plate-forme.	PORTÉE MOYENNE.	DISPERSION totale.		ÉCART MOYEN.		ESPACE comprenant 50 % des coups.		VENT.		TEMPS.
						Portée.	Direction.	Portée.	Direction.	Portée.	Direction.	Vitesse.	Direction.	
nov. 79		kil.	degrés.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	NNE.	
6	2	0,3	45	45	390	41	4	»	»	»	»	3,4		Pluie.
6	5	0,4	20	45	416	17	9	5,7	2,6	9,6	4,5	3,4		
14	5	0,4	30	30	548	25	1	8,1	0,5	13,6	0,8	5,2 à 8,4		Clair.
6	2	0,4	35	45	578	5	1	»	»	»	»	3,4		Pluie.
6	2	0,4	40	45	612	44	9	»	»	»	»	3,4		
6	5	0,4	45	45	622	42	4	12,2	1,0	20,7	1,8	3,4		
6	5	0,6	20	45	739	19	5	6,8	1,4	11,5	2,3	3,4		
14	5	0,6	30	30	969	54	6,5	21,1	1,5	35,7	2,6	5,2 à 8,4		Clair.
5	5	0,6	45	0	1 082	30	2	8,3	0,6	14,1	1,1	2,2		Pluie.
6	5	0,9	20	45	1 316	57	13	14,7	3,8	24,9	6,3	3,4		Pluie.
14	5	0,9	30	30	1 677	48	11	16,6	3,5	28,1	6,9	5,2 à 8,4		Clair.
5	5	0,9	45	0	1 853	56	15	15,7	4,0	26,5	6,8	2,2		Pluie.
7 août (1)	13	0,9	45	0	2 003	45	26	10,3	5,8	17,4	9,8	4,8		Nuages.
5 nov.	5	1,2	20	0	1 835	46	5	13,9	1,5	23,5	2,6	2,2		Pluie.
6	5	1,2	30	45	2 429	50	28	15,0	10,7	25,3	18,1	3,4		Pluie.
5	5	1,2	45	0	2 632	71	10	27,5	3,3	46,5	5,5	2,2		Pluie.
5	5	1,5	20	0	2 508	65	15	17,6	3,5	29,7	5,3	2,2		
14	5	1,5	30	30	3 176	114	70	37,0	24,4	62,6	41,2	5,2 à 8,4		Clair.
23	4	1,5	30	0	3 165	25	7	10	2,4	16,9	4,0	1,6		Brouillard.
23	5	1,5	40	0	3 450	53	15	17	5,3	28,5	8,9	1,6	SSO.	

(1) Le 7 août, on tira sur une batterie de 2 pièces. Les autres jours, on tira sur le sol.

la justesse du tir, l'angle du plan de tir avec l'axe de la plate-forme. (*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Allemagne : Obusier de 15c de siège et de place système Krupp. — On a exécuté le 24 février, au polygone de Meppen, des expériences de tir avec un nouvel obusier de 15c de siège et de place dans le but de déterminer les vitesses initiales correspondant à différentes charges, les pressions intérieures et la justesse du tir.

Données principales de la bouche à feu.

Calibre	millim.	149,1
Longueur totale	id.	1 800
Longueur d'âme	id.	1 584
Poids de la pièce, y compris la fermeture de culasse. . . .	kil.	1 150
Prépondérance.	id.	0
Nombre de rayures		18
Profondeur des rayures . . .	millim.	1,5
Largeur des cloisons.	id.	4
Largeur des rayures.	id.	22
Pas des rayures	calibres.	20
Pas des rayures	millim.	298

L'obusier est monté sur un affût de siège et de place système Krupp dont les flasques sont en fer forgé, l'essieu en acier, les roues en bois avec moyeu de bronze.

Poids de l'affût.	kil.	1 170
Hauteur de la ligne de feu . .	millim.	1 380
Diamètre des roues	id.	1 560
Angle de tir maximum. . . .	degrés	45
Angle de tir minimum. . . .	id.	— 5

La bouche à feu lance un obus de 2,65 calibres avec ceinture de cuivre dont le poids est de 30 kil.

Les tableaux suivants donnent les résultats du tir.

Obusier de 15c de siége et de place. — Tir aux vitesses.

DATE.	NUMÉROS DES COUPS.	CHARGE. Espèce.	CHARGE. Poids.	PROJECTILE. Espèce.	PROJECTILE. Poids.	CHAMBRE à poudre. Longueur.	CHAMBRE à poudre. Diamètre.	CHAMBRE à poudre. Volume.	DENSITÉ de chargement.	VITESSE à 37m,5 de la bouche.	FORCE VIVE à 37m,5 de la bouche. Totale.	FORCE VIVE. Par cent. de circonférence.	FORCE VIVE. Par cent. carré de section.	FORCE VIVE. Par kil. de poudre.	FORCE VIVE. Par kil. du canon.	PRESSION mesurée au crusher.	VITESSE à 1507m,5 de la bouche.	FORCE VIVE TOTALE à 1507m,5 de la bouche.	OBSERVATIONS.
			kil.		kil.	mill	mill.	déc. c.		mètr.	t.-m.	t.-m.	t.-m.	t.-m.	kgm.	atm.	mètr.	t.-m.	
26 février 1880.	1	Poudre à gros grains (6 à 10 mill.).	2,5	Obus de 2,65 calibres.	30	173	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1 460	»	»	1er cadre cible à 20m
																			2e — 55
	2		Id.		Id.	171	»	»	»	295,4	»	»	»	»	»	1 340	257,5	»	3e — 1 495
																			4e — 1 520
	3		Id.		Id.	169	»	»	»	298,2	»	»	»	»	»	1 460	258,5	»	Temps clair.
	4		Id.		Id.	167	»	»	»	297,6	»	»	»	»	»	1 410	256,0	»	Vent { direction Est, vitesse . 3m,47
	5		Id.		Id.	167	»	»	»	298,8	»	»	»	»	»	1 360	257,5	»	
	6		Id.		Id.	166	»	»	»	299,9	»	»	»	»	»	1 450	257,2	»	
	7		Id.		Id.	166	»	»	»	298,7	»	»	»	»	»	1 360	257,5	»	
		Moyenne				168,4	154,1	3,137	0,796	298,1	136,2	2,905	0,768	54,5	118,4	1 406	257,4	101,2	

Obusier de 15c de siège et de place. — Tir de justesse.

DATE.	NOMBRE DE COUPS.	PROJECTILE.		CHARGE.		BUT.		HAUSSE.	DÉRIVE.	PORTÉE MOYENNE.	DISPERSION totale.			ÉCART moyen.			ESPACE comprenant 50 p. 100 des coups.			VENT.		TEMPS.
		Espèce.	Poids.	Espèce.	Poids.	Espèce.	Distance.				Portée.	Hauteur.	Direction.	Portée.	Hauteur.	Direction.	Longueur.	Hauteur.	Largeur.	Vitesse.	Direction.	
			kil.		kil.		mètr.	divis. ou degrés.	divis.	mètr.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.		
24 février 1880.	6	Obus de 2,65 calibres.	30	Poudre à gros grains de 6 à 10mm.	2,5	Cible.	1 521	86	4	»	»	3,2	1,9	»	0,77	0,53	»	1,31	0,9	3,47	NNE.	Clair.
	10		30		2,5	Sol.	»	45°	56	5 990	126	»	30	29,7	»	7,7	50,2	»	13	2,37		Clair.
	10		30		1,5	Sol.	»	45°	59	3 712	83	»	24,5	19,1	»	7,1	32,3	»	12	4,3	SSO.	Clair.

Autriche-Hongrie : Mise en service, dans les régiments d'infanterie, des fusils Werndl transformés. — On a déjà dit que tous les bataillons de chasseurs de l'armée austro-hongroise avaient été pourvus du fusil Werndl transformé pour recevoir la cartouche à charge renforcée. Le ministre de la guerre vient de décider qu'on procéderait maintenant à la mise en service des nouvelles armes dans les régiments d'infanterie : nous reproduisons à ce sujet les renseignements donnés par la *Neue Freie Presse :*

« Le ministre de la guerre vient de décider que les fusils actuellement en service ou déposés dans les magasins de réserve des régiments d'infanterie seraient transformés pour recevoir la cartouche à charge renforcée ; l'opération commencera par les régiments qui portent les numéros suivants : 7, 14, 17, 18, 20, 32, 34, 38, 47, 49, 52, 58, 59 et 63 [1]. On armera d'abord les régiments de ligne; ensuite on pourvoira les magasins et enfin les régiments de réserve ; la transformation sera faite à la fabrique de matériel d'artillerie de l'arsenal de Vienne. Une fois pourvus des armes transformées, les corps toucheront les nouvelles munitions dans les dépôts du matériel d'artillerie.

Afin que les régiments se trouvent toujours prêts à entrer en campagne en cas d'éventualité, les fusils donnés à transformer seront remplacés, pendant la durée de l'opération, par des fusils provenant soit des dépôts de matériel d'artillerie, soit des magasins de réserve régimentaires.

(*Revue militaire de l'Étranger.*)

Espagne : Étude d'un mortier rayé de 21c. — Le Comité supérieur technique espagnol vient d'entreprendre l'étude d'un mortier en bronze-acier de 21c, avec fermeture à vis. Si les résultats obtenus dans les essais sont satisfaisants, ainsi qu'on peut le prévoir, cette bouche

[1] Tous les régiments désignés ci-dessus font partie de la garnison de Vienne, sauf quatre, qui sont stationnés à proximité de la frontière italienne, savoir : le 7e à Innsbruck, le 42e à Trente, le 49e à Görz et le 59e à Salzbourg. (Le 59e vient de recevoir l'ordre de se rendre dans le Tyrol méridional.)

à feu remplacera dans les parcs de siège le mortier ou obusier court de même calibre en bronze ordinaire, avec fermeture à coin.

	MORTIER avec fermeture	
	à vis.	à coin.
Poids de la pièce avec fermeture.	2 934^{k}	3 454^{k}
Longueur totale de la pièce . . .	2^{m},40	2^{m},55
Longueur de la partie rayée. . .	1 ,20	0 ,985
Poids du projectile.	82^{k}	82^{k}

Un affût pour cette nouvelle bouche à feu est également à l'essai ; il se compose de deux flasques en bois, d'entretoises en bois, sous-bandes de tourillon en fer forgé, d'un appareil de pointage, et d'un appareil spécial destiné à élever ou abaisser l'essieu à l'aide des roues de transport, de façon à transformer l'affût placé sur avant-train en une voiture ayant une mobilité suffisante pour circuler sur les routes. L'affût sans roues pèse 1 799 kil.; il élève l'axe des tourillons de la pièce à 1^{m},47 au-dessus du sol.

(*Memorial de artilleria.*)

Russie : Adoption d'une modification au tracé intérieur des obus légers proposée par M. Babouchkine. — Les obus de cet inventeur sont des obus à anneaux dentelés, mais les dents de chaque anneau sont placées en regard des intervalles des dents de l'anneau inférieur. La paroi extérieure de fonte se trouve ainsi mieux disposée pour la fragmentation que dans le modèle précédemment adopté. Les projectiles Babouchkine ont donné de bons résultats dans le tir et il n'y a pas eu de rupture dans l'âme. Ce tracé a été adopté.

(*Journal d'artillerie russe.*)

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Le Développement de l'artillerie de côte et de marine en Allemagne, de 1860 à 1878, d'après des documents officiels, par le colonel H. Müller, commandant le 15e régiment d'artillerie à pied. — Berlin, 1879.

Dans ce nouvel ouvrage, le colonel Müller, dont les lecteurs de la *Revue* ont déjà pu apprécier la compétence (1), traite de l'historique des progrès réalisés en Prusse par l'artillerie navale de 1860 à 1878. Après avoir rapidement passé en revue les diverses phases de la question en France, puis en Angleterre et en Amérique jusqu'en 1860, l'auteur examine avec détail toutes les expériences prussiennes pendant les 18 dernières années, qu'il a divisées en cinq périodes successives, de 1860 à 1868, de 1868 à 1869, de 1869 à 1872, de 1872 à 1877, de 1877 à 1879.

La première, de 1860 à 1868, est remplie presque entièrement par des tâtonnements, des recherches sur les canons de 17c, de 21c, de 24c, et sur la poudre prismatique. Puis des essais comparatifs eurent lieu entre le canon Armstrong de 9po (228mm,6) à chargement par la bouche, et le canon Krupp de 24c (235mm,4) en acier fretté, avec fermeture à coin simple. Ces expériences démontrèrent l'infériorité de la pièce allemande et son impuissance à percer, même à 470 mètres, une plaque de 203 millimètres (cuirasse du *Kœnig-Wilhelm*).

Dans la deuxième période, du mois d'avril 1868 à la fin de cette même année, M. Krupp, invité à améliorer la construction de ses canons, présente des pièces de 15c, 21c, 24c frettées, à coin simple et anneau Broadwell, dont la supériorité sur le canon de Woolwich de 9po s'accentua aussitôt. Ainsi le canon de 21c, pesant 9000 kil. et lan-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. VII, p. 365.

çant, avec une charge de 17 kil. de poudre prismatique, un obus en fonte dure de 100 kil., perçait à 470 mètres une plaque de 203 millimètres avec plus de facilité que le canon anglais de 12 200 kil., qui lançait, avec $19^{k},5$ de poudre RLG, un projectile de $113^{k},5$. Ces résultats avaient été obtenus par l'allongement de l'âme, l'amélioration du tracé du projectile, l'emploi d'enveloppes minces en plomb et l'augmentation notable de la charge (de 11 kil. à 17 kil.), augmentation qui ne fut possible qu'avec la poudre prismatique à 7 canaux modèle 1868 (épaisseur du grain : $40^{mm},8$; diamètre du cercle circonscrit à la section droite : 40 millimètres).

Dès lors, la voie était tracée, et la troisième période, de 1869 à 1872, fut consacrée à l'étude des divers éléments de la construction de la bouche à feu et du projectile : calibre, longueur d'âme, système de fermeture, dimensions de la chambre, métal et proportions de l'obus. Elle vit l'adoption du système d'artillerie modèle 1869 : canons de 15^{c}, 21^{c}, 28^{c}, donnant des vitesses initiales de près de 440 mètres, et mortier de 21^{c} pour le tir contre le pont des navires. Le bronze, après quelques essais tentés pour satisfaire l'opinion publique, mise en émoi par l'éclatement de 2 ou 3 canons massifs en acier, fut définitivement abandonné (18 mai 1872) comme métal à canon ; il ne pouvait résister aux fortes charges, nécessaires pour imprimer au projectile une force vive suffisante. Les bouches à feu étaient formées d'un tube d'acier fretté, avec coin simple et lumière centrale, pas de chambre à projectile, des rayures cunéiformes peu nombreuses (36 pour le canon de 28^{c}), assez profondes ($3^{mm},2$ pour ce même canon) et à pas constant de 70 calibres environ. Vitesses initiales : de 410 à 440 mètres ; densité de chargement : environ 0,71. Les projectiles étaient en fonte dure de 2,5 calibres de longueur, avec enveloppe mince en plomb. La longueur de l'ogive était d'environ 1,3 calibre, le rayon de l'arc générateur de 1,96 calibre. En même temps on

adoptait des affûts de côte à châssis dont la hauteur de genouillère était d'environ $2^{m},10$, mais qui ne permettaient le pointage qu'aux angles de -5° à $+15^{\circ}$. Le châssis, à pivot et frein hydraulique, était muni d'un appareil Cunningham pour le pointage en direction. La guerre de 1870 trouva les côtes de la Prusse presque complétement désarmées ; les travaux furent poussés avec la plus grande activité, et l'on dut se résigner à adopter des dispositions provisoires. Malgré tous leurs efforts, les Allemands n'avaient encore armé à la fin de la guerre que 5 batteries de côte comportant 23 canons de 21^{c} et 2 canons de 28^{c} ; les autres pièces étaient d'anciennes bouches à feu.

La quatrième période, de 1872 à 1877, fut employée à perfectionner le système d'artillerie adopté. Les études portèrent principalement sur la poudre, les rayures et le mode de montage du projectile. Les remarquables progrès réalisés en Angleterre par l'adoption de la poudre Pebble (1870) conduisirent M. Krupp à proposer à l'amirauté allemande l'emploi d'une poudre plus dense, de rayures à pas progressifs et à flancs parallèles et de ceintures directrices en cuivre (1872). Ces propositions, agréées, furent soumises à la *Commission d'étude de l'artillerie*, qui, dès le début, avait été saisie de toutes ces questions.

La poudre à 7 canaux (modèle 1868) était de fabrication difficile, les broches se brisant souvent pendant la compression ; de plus, on lui reprochait d'être trop vive, l'épaisseur de la cloison entre deux canaux n'étant que de $3^{mm},333$. On lui substitua une poudre dont les grains ne présentaient qu'un seul canal, dont le diamètre, d'abord de 10 millimètres, fut réduit à $9^{mm},5$ (modèle 1875) ; l'épaisseur minimum à comburer était de la sorte : $6^{mm},2$. On choisit le prisme hexagonal, dont les arêtes étaient moins vives que celles du prisme à base carrée, et qui donnait une meilleure forme de gargousse. Les dimensions du grain étaient les mêmes que pour la poudre modèle 1868. Poids : 42 grammes ; volume : $26^{cc},075$;

poids spécifique : 1,75. — Les pressions moyennes dans le canon de 28ᶜ furent de 2 000 à 2 500 atmosphères, correspondant à des vitesses initiales de 464 et 495 mètres, tandis que la poudre modèle 1868 donnait une vitesse de 434 mètres avec une pression de près de 3 400 atmosphères. L'emploi de la nouvelle poudre permit de porter le poids de la charge de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{4}$ de celui du projectile, et, par suite, d'augmenter notablement la puissance de la bouche à feu.

La question du montage du projectile dans les rayures donna lieu à des tâtonnements assez curieux. Depuis longtemps on avait rejeté la chemise épaisse en plomb, parce qu'elle se déformait trop au départ et à l'arrivée (en raison de son inertie), ce qui absorbait une notable proportion de force vive. On lui avait substitué une enveloppe mince également en plomb. L'emploi de ce métal mou entraînait celui de rayures à pas constant et très-allongé. Or, pour augmenter la force vive des projectiles d'un calibre donné, il fallait augmenter leur longueur, par suite, raccourcir le pas des rayures et employer pour les ceintures forçantes un métal plus dur. On essaya le cuivre. Deux ceintures forçantes placées, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière, étaient guidées par des rayures à pas progressif et à flancs parallèles. Les cloisons furent rasées, les ceintures arrachées ; il se produisit de nombreuses ruptures au culot ou à la tête du projectile ; quelquefois la ceinture, tournant dans son logement, ne remplissait plus son office. Bref, on revint (mars 1873) à l'emploi d'une chemise mince en plomb durci, dont les cordons furent profilés suivant la disposition adoptée pour les projectiles de campagne ; le canon dut présenter 24 rayures cunéiformes à pas constant de 50 calibres.

En 1876, après de nouvelles études, on adopta pour les projectiles des canons de 17ᶜ et de 26ᶜ deux ceintures de cuivre, l'une simplement directrice à l'avant, l'autre, forçante, à l'arrière. La rayure progressive, au pas final de

45 calibres, se prolongeait dans la chambre du projectile jusqu'à la ceinture arrière.

Les canons étudiés à cette époque étaient du calibre de 15c, 17c, 21c, 24c, 26c et 28c. A la fin de 1873, la commission, consultée sur l'opportunité d'un canon de calibre supérieur à celui de 28c qui perce, à 400 mètres, une plaque de 355 millimètres, déclara qu'il valait mieux, en raison de la configuration des côtes allemandes, employer l'argent de l'État à l'organisation de torpilles et autres agents explosifs.

Vers la fin de 1877, on avait adopté pour tous les canons de marine et de côte la lumière centrale avec grain en cuivre rouge et sphère obturatrice ; mais les crasses et les érosions rendaient l'inflammation de la charge assez incertaine pour les gros calibres. Alors le major Bode proposa un appareil spécial à étoupille obturatrice qui, légèrement modifié, a donné d'excellents résultats (1878) ; ainsi, dans un essai, on put, en 13 minutes, tirer 10 coups avec la pièce de 28c.

Comme dans toutes les expériences précédentes, les projectiles en fonte dure avaient donné les meilleurs résultats, tandis que les obus en acier s'étaient toujours aplatis. Toutefois, l'éclatement ayant lieu avant que le projectile eût complétement traversé la plaque, la charge intérieure ne produisait pas tout l'effet dont elle était susceptible. Des shrapnels, dont l'organisation n'était pas encore fixée, furent essayés et donnèrent de bons résultats.

Les affûts furent construits sur un type unique ; la hauteur de genouillère choisie aussi grande que possible.

Les tirs donnèrent de très-bons résultats au point de vue de la probabilité d'atteindre un navire de 80 à 100 mètres de longueur présentant 4 à 5 mètres au-dessus de la ligne de flottaison, supposé immobile et à distance exactement connue, soit 100 p. 100 des coups à 2000 ou 2500 mètres.

Des expériences de perforation (1873), il résulta que la

pénétration des projectiles est à peu près proportionnelle à la force vive par centimètre de circonférence de section droite. La puissance de pénétration de plusieurs projectiles, arrivant simultanément sur une plaque, n'est pas sensiblement supérieure à celle d'un projectile isolé ; mais l'effet d'ébranlement est beaucoup plus considérable. Les coups obliques sur les cuirasses sont aussi à craindre que les coups normaux ; il se produit en effet un cisaillement des vis d'attache qui peut provoquer la chute d'une portion de la cuirasse et laisser ainsi le matelas à nu.

En thèse générale, le tir à obus ordinaire n'aura lieu qu'à partir de 1 500 mètres au plus d'une batterie sur un navire, de 600 à 800 mètres d'un navire sur une batterie cuirassée, et de 300 à 400 mètres de navire à navire. Les obus allongés pourront même, à 4 000 ou 5 000 mètres, empêcher des vaisseaux de s'embosser ; à partir de 2 500 mètres, ils peuvent servir contre un navire en bois. Ils seront souvent employés à 1 200 mètres par les navires contre les batteries de côte, qu'ils ne pourront d'ailleurs que difficilement réduire au silence. Dans le combat de navire à navire, ils seront utiles aux plus grandes distances contre des vaisseaux de bois, parce que l'effet d'une seule atteinte peut être décisif. On emploiera les shrapnels contre toute embarcation offrant un but convenable ; ils seront excellents dans le combat d'un navire contre une batterie, même à 3 000 mètres.

Le service de l'artillerie de côte est assuré par 3 compagnies d'artillerie de marine, dont les officiers se recrutent parmi les officiers de marine et ceux de l'artillerie de terre. Ce personnel, étant insuffisant, sera complété en cas de guerre par les régiments d'artillerie à pied stationnés dans les districts côtiers. Organisation défectueuse, parce que, pour servir des bouches à feu de côte, il faut des hommes très-adroits et très-exercés (1).

Un nouveau progrès fut réalisé, pendant l'année 1877,

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 222.

par la construction des canons à manchon, présentés par Krupp dès 1875. Sur le tube, un peu aminci, est enfilé avec un certain serrage, un manchon (ou frette longue) portant le logement du coin comme pour les canons de campagne allemands modèle 1873; puis, sur l'ensemble, on place les frettes comme à l'ordinaire. Cette disposition permit d'augmenter le rendement des bouches à feu en diminuant le volume de la chambre. Elle fut employée pour un canon de 30^{c},5 construit en 1876. Le projectile, de 298^{k},2, était lancé avec une charge de 72 kil. (densité de chargement : 0,97; pression moyenne: 3 200 à 3 400 atmosphères). Plusieurs obus éclatèrent dans l'âme ; ce fait fut attribué au frottement de la poudre contre les parois internes du projectile ; mais ni le vernissage intérieur, ni une enveloppe en caoutchouc ne purent remédier à cet inconvénient; il faut probablement en chercher la cause dans le choc violent de la poudre contre le culot au départ, choc qui produit l'inflammation ; on pourrait peut-être y remédier en remplissant exactement le vide du projectile de poudre tassée. Au mois de septembre 1878, la commission déclara qu'elle ne pouvait se prononcer sur l'emploi du canon de 30^{c},5 avant d'avoir essayé une poudre moins vive ou une chambre de capacité plus grande. On essaya également, vers la fin de 1877, des canons à manchon de 28^{c} (283 millimètres) avec 50 kil. de charge, projectile de 211 kil. et vitesse initiale de 473 mètres ; puis des canons de 26^{c} (262^{mm},5) destinés à l'armement de corvettes cuirassées (charge de 45 kil., projectile de 172 kil., vitesse initiale de 498 mètres) ; enfin, un canon court de 15^{c} (avec charge de 6^{k},500, projectile de 34 kil., vitesse initiale de 449 mètres). Les essais furent satisfaisants. Enfin, on continua l'étude d'un shrapnel de 21^{c} à anneaux, dont les fragments devaient peser 700 grammes ; le vide était rempli par 440 balles en plomb. On n'était pas d'ailleurs parvenu à réaliser le projectile idéal, en acier assez dur pour ne point être déformé.

On n'a pas encore formulé de règle exacte pour le calcul des pénétrations ; celle qui avait été proposée par M. Krupp : « Un bon projectile traverse autant de décimètres de fer qu'il présente de force vive en tonnes-mètres par centimètre carré de section », ne s'applique pas toujours.

Pour l'étude de chacune de ces cinq périodes, le colonel Müller a procédé de la même manière : indiquer les points sur lesquels devaient porter les expériences et les modifications proposées ; décrire ensuite les expériences exécutées avec les bouches à feu, les projectiles, les poudres et les affûts en essai ; déduire enfin du résumé des résultats obtenus des considérations propres à élucider chacune des questions posées au début. Son livre se termine par un résumé général et une série de considérations dont nous extrayons ce qui suit : « Pendant 15 ans environ, les études sur l'organisation des canons rayés à chargement par la culasse ont été faites par la *Commission d'études d'artillerie* seule [1]. Vers 1865-1867, l'industrie privée s'inspira des résultats obtenus par la commission, et, depuis 1870, elle poursuit seule les travaux d'amélioration du matériel. La plus grande part revient à la maison Krupp, qui a su grouper à son service des hommes exercés au sein de la commission, et, par suite, initiés à tous ses projets et à ses tendances. Les modifications apportées à la fabrication des projectiles et à leur tracé primitivement établi par la commission sont dues principalement à M. Gruson.

La tendance actuelle de l'artillerie a été formulée dès 1869 par Armstrong : « Construire la bouche à feu la plus

---

[1] Mentionnons ici le mode ordinaire de procéder de cette Commission :

L'autorité militaire supérieure trace un programme général des études à entreprendre. La Commission consulte l'industrie privée sur la possibilité et même sur l'opportunité des modifications qu'elle se propose d'introduire, puis elle établit un programme détaillé des expériences à exécuter. Ce programme approuvé, elle s'y conforme exactement, puis elle rédige un rapport circonstancié sur la question, en exprimant les conclusions qui lui sont suggérées. Ce rapport, soumis d'abord à l'inspecteur général de l'artillerie qui émet son avis sur les *principes* formulés, est transmis à l'autorité supérieure. Les membres de la Commission, qui ne sont pas de l'avis de la majorité, sont admis à faire connaître leur opinion motivée (*separat-votum*), et l'on voit très-souvent l'autorité supérieure adopter en tout ou partie leurs conclusions, de préférence à celles du rapport.

résistante et la plus légère ; employer la poudre donnant les moindres pressions, là est l'avenir de l'artillerie, et il n'est nullement probable qu'une nouvelle cuirasse puisse résister à des bouches à feu ainsi établies. » Ces prévisions ont déjà été partiellement réalisées. En présence de ces faits se pose cette question : Doit-on s'arrêter dans la voie où l'on est engagé ou faut-il chercher de nouveaux progrès ? Déjà on a construit des canons de 35c,5 à chargement par l'arrière ; d'autres, de 81 et même de 100 tonnes, à chargement par la bouche. Les navires portent des cuirasses de 550 millimètres (*Duilio* et *Dandolo*). Or, les expériences des 20 dernières années ont démontré la supériorité du canon sur la cuirasse. A la Spezzia, on a prouvé que la plaque de 550 millimètres ne suffisait plus en présence du canon de 81 tonnes, et que même l'*Inflexible* (cuirasse de 610 millimètres) pourrait à peine résister aux projectiles de 35c,5 animés de 6400 à 6600 tonnes-mètres de force vive. Depuis quelques années, on voit se prononcer, en faveur du décuirassement, un courant d'idées dont l'amiral Touchard a été le principal promoteur. Le cuirassement serait réservé aux parties centrales du bâtiment, qu'il devrait rendre complètement invulnérable.

La protection de la cuirasse doit être envisagée, au point de vue de sa valeur *intrinsèque,* contre les projectiles de l'artillerie, et de sa valeur *relative,* contre les divers engins de destruction. Or, en raison de la vitesse actuelle du navire (un navire filant 12 nœuds parcourt 375 mètres en 1 minute) et du peu d'efficacité des projectiles à des distances un peu considérables, le cuirassement peut, à ce point de vue, être considéré comme suffisant, car une ou même plusieurs atteintes peuvent ne donner qu'un résultat très-minime. La guerre de sécession a d'ailleurs prouvé qu'une flotte cuirassée peut forcer une passe défendue uniquement par de l'artillerie.

Il reste à examiner l'effet des engins de destruction : bélier et torpille. Avant 1866, le canon était le principal adver-

saire de la cuirasse ; après la bataille de Lissa, l'opinion générale fut que le combat naval se déciderait désormais par l'éperon. Mais bientôt la torpille apparut (vers 1868-1869) et fut si rapidement perfectionnée qu'elle dut entrer en ligne de compte. Jusque vers 1875, on attribua au bélier et à l'éperon la suprématie dans le combat de navire à navire. Mais ces engins sont relégués au second plan depuis que l'on a trouvé le moyen de se servir de torpilles lancées par le navire lui-même comme arme défensive et offensive. On a même construit des bateaux torpilleurs.

Si donc la cuirasse, quelle que soit sa force, peut être sûrement détruite par une torpille, il paraît désormais inutile d'augmenter son épaisseur ; d'autre part, il n'y a plus de raison d'accroître le calibre des bouches à feu. En somme, le rôle du canon dans le combat rapproché contre des cuirasses de grande épaisseur est tout à fait secondaire. Aux grandes distances, il conserve tout son avantage. »

F. DE REVIERS DE MAUNY,
Lieutenant d'artillerie.

N. B. Il ne faut pas oublier que les considérations précédentes, dont nous ne donnons qu'un résumé, étaient écrites avant les événements de la guerre du Pérou et du Chili (combat des cuirassés *Admiral-Cochrane* et *Huascar*).

NÉCROLOGIE.

LE CHEF D'ESCADRON LE BIHANNIC DE TROMENEC.

Le commandant Le Bihannic de Tromenec (Louis-François), né à Ergué-Armel (Finistère) le 21 mars 1836, vient de succomber, le 18 mars 1880, à Amélie-les-Bains, aux suites d'une grave maladie.

Le colonel de Noue, commandant le 35e régiment d'artillerie, a prononcé sur sa tombe les paroles suivantes :

« Messieurs,

« Nous remplissons aujourd'hui un bien pénible devoir en conduisant à sa dernière demeure un de nos plus aimés camarades.

« A moi, chef de la famille militaire qui le comptait dans ses rangs, il incombe de vous retracer ses brillants services; je ne le ferai pas sans avoir des larmes dans la voix, car au premier titre que je viens de réclamer, s'en ajoute un autre résultant de l'intimité de nos relations personnelles.

« Le commandant Le Bihannic de Tromenec, entré à l'École Polytechnique en 1856, était lieutenant d'artillerie en 1860, et fit, comme tel, 3 ans de campagne en Afrique. — Le 3 août 1867, il fut promu capitaine et c'est en cette qualité, que, sous les ordres du général de Liégeard, il fit la guerre contre l'Allemagne, étant adjoint à l'état-major d'artillerie du 7e corps.

« Prisonnier à Sedan, il fut un de ceux dont la noble fierté supporta le plus difficilement le joug de la captivité. Chacun de ses compagnons d'infortune sait combien il eut de peine à courber la tête ; chacun connaît les rigueurs des autorités allemandes à son égard. Cependant, il ne se déclara jamais vaincu, et il venait de réussir dans ses moyens d'évasion, lorsque la signature de la paix rendit inutiles tant de patience et tant de labeurs.

« A peine rentré sur le sol de la patrie, la guerre fatale de la Commune vint réclamer ses services, sans lui permettre de revoir les siens; et c'est au milieu des dangers du champ de bataille, que son épouse dévouée vint courageusement saluer son retour. C'est alors qu'il reçut la croix de la Légion d'honneur pour avoir sauvé le parc du 2e corps d'armée, auquel il était adjoint.

« Le commandant de Tromenec était aussi modeste qu'il était instruit ; il aimait passionnément son métier ; les questions techniques l'intéressaient au plus haut degré, et l'artillerie lui serait certainement redevable de travaux importants si la mort impitoyable n'était venue le faucher si jeune.

« En novembre 1877, il était promu chef d'escadron, et remplissait, contre son goût, les fonctions de major. Là, comme ailleurs, il montra son extrême dévouement, et nous avons le regret de penser que la vie sédentaire qu'il dut mener alors, contribua fortement à détruire sa santé.

« Messieurs, j'ai tracé brièvement les principaux traits de sa carrière militaire; j'ajouterai encore quelques mots pour vous dire combien je me sens impressionné, en parlant sur cette terre éminemment bretonne, où les souvenirs du passé sont si vivants, de ce Breton, aussi bon soldat que bon chrétien, qui est malheureusement le dernier d'une ancienne et noble race.

« Ils étaient trois frères, qui semblaient devoir assurer largement la descendance de leur nom; tous trois ont succombé en servant leur pays ! Aujourd'hui, nous ne voyons leur survivre qu'une jeune mère de famille, et deux sœurs, à la douleur desquelles nous nous associons de tout cœur.

« Adieu, cher camarade, tu as noblement rempli ta tâche d'ici-bas ; ta fin a été celle d'un chrétien; et tu emportes les regrets unanimes de tous ceux qui t'ont connu.

« Adieu ! »

Le gérant : CH. NORBERG.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR

LES OBUS A BALLES

ET SUR

LES FUSÉES A TEMPS

POUR

LE TIR DES CANONS DE CAMPAGNE.

L'artillerie française possède en ce moment, dans ses canons de 80, de 90 et de 95, une artillerie de campagne qui, comme portée et comme justesse de tir, est au moins égale à ce que possèdent les meilleures artilleries étrangères.

Le matériel de ces bouches à feu est également satisfaisant, comme solidité et comme mobilité.

La poudre, enfin, semble donner toutes les garanties que l'on peut désirer, quant à la conservation des bouches à feu, et quant à la régularité de ses effets balistiques.

Voilà d'importantes questions qui sont résolues, autant qu'une question de cet ordre peut l'être; c'est-à-dire que la solution mise entre les mains des combattants est à hauteur de tous les perfectionnements connus, et, par conséquent aussi, à hauteur des solutions analogues adoptées à l'étranger. Ce n'est pas à dire que cette partie de la science militaire puisse se soustraire, plus qu'aucune autre, à la loi du progrès continu. Il y a certainement, et il y aura toujours, des améliorations à réaliser; et certaines d'entre elles, comme l'aménagement des coffres à munitions, sont déjà en cours d'exécution. Mais le travail et les progrès effectués dans ces dernières années ont été si considéra-

bles qu'ils ont absorbé une forte partie de nos ressources intellectuelles et financières. Il faudra donc probablement attendre les ressources d'une autre génération, pour qu'il soit possible de faire un autre bond en avant de la même importance et de la même valeur.

C'est dans ce sens que nous disons que l'artillerie de campagne française constitue, dans l'état actuel de son matériel, une solution satisfaisante du problème suivant :

Sur un ordre donné, lancer, sur un point déterminé du champ de bataille, des projectiles, aussi vite, aussi loin, et aussi juste que toute artillerie étrangère.

Mais ce n'est là qu'une des faces du problème meurtrier qui s'impose à l'artillerie. Il ne suffit pas d'envisager le tir au point de vue balistique ; il faut suivre le projectile à son point d'arrivée sur le terrain occupé par l'ennemi, et l'organiser de manière à ce qu'il produise sur ce terrain, et contre cet ennemi, le maximum des effets de destruction qu'on peut en attendre.

C'est dans cette voie qu'on a été conduit successivement à remplacer le boulet plein par l'obus ordinaire, armé d'une fusée percutante ou fusante, et fournissant par son explosion de 20 à 30 éclats. Puis on a remplacé l'obus ordinaire, dans une certaine proportion qui a été constamment en grandissant, par des obus à balles ou à fragmentation, de manière à augmenter le nombre des produits meurtriers de l'explosion ; soit que cette explosion fût produite par une fusée percutante, soit qu'elle fût l'œuvre d'une fusée fusante.

Ce côté de la question n'est pas le moins important ; car la solution à laquelle on s'arrêtera peut modifier dans une proportion considérable l'effet destructeur du tir, qui est en définitive le résultat final à obtenir. Or, cette solution n'a pas encore été obtenue, quoique, pour y arriver, un grand nombre d'expériences aient déjà été faites ou soient en cours d'exécution. Cet ajournement de la solution tient à ce que le problème est très-complexe, car il se compose

déjà de deux éléments distincts, la fusée et le projectile; et chacun des deux peut offrir bien des variétés différentes. En outre, il est difficile d'apprécier et de comparer dans un tir de polygone l'efficacité meurtrière d'explosions pour lesquelles, outre ces deux éléments principaux, il y a encore beaucoup d'autres variables indépendantes, telles que la distance du but, la nature de ce but, le réglage du tir, etc.

Des expériences de cette nature demandent beaucoup de méthode, et, par conséquent, beaucoup de temps. On ne doit donc pas chercher à en précipiter le dénouement; mais on peut chercher à en resserrer les limites, en partant d'un certain nombre de considérations générales, car, si l'on arrive à admettre d'un commun accord quelques principes, on limitera ainsi le nombre des voies dans lesquelles on peut chercher un bon résultat. On définira et on posera la question, ce qui est toujours un grand pas fait vers la solution.

C'est cette recherche des principes que nous allons tenter de faire, en examinant successivement :

1° La fusée;

2° Le projectile.

PREMIÈRE PARTIE

FUSÉE.

État de la question en 1870.

Au moment de la guerre de 1870-1871, il y avait en service, dans l'artillerie de campagne française, une fusée fusante à deux durées et la fusée percutante Demarest pour les obus ordinaires, une fusée à quatre durées pour obus à balles.

L'emploi de la fusée à deux durées a donné lieu à de graves mécomptes sur les champs de bataille, parce que la combustion de cette fusée était irrégulière, et surtout parce que l'éclatement ne pouvant se produire qu'à deux distances déterminées, le tir devenait inefficace lorsque l'ennemi ne se trouvait pas précisément à l'une de ces deux distances. Aussi, dès les premières semaines de la campagne, on remplaça les fusées à deux durées par des fusées percutantes Demarest partout où ce remplacement fut possible.

Adoption en principe des fusées percutantes.

L'opinion publique resta, à la suite de cette guerre, défavorable à l'emploi d'une fusée fusante, et, lors de la reconstitution de notre matériel, on ne chercha à produire l'éclatement des projectiles qu'au moyen de fusées percutantes, même pour les obus à balles.

Fusée percutante Demarest. — Or, la fusée percutante Demarest donnait prise à plusieurs reproches. Il était en effet difficile de régler sa sensibilité de manière à éviter soit des ratés, soit des éclatements prématurés. Elle ne fonctionnait qu'à la condition que la pointe du projectile pénétrât dans le sol, et par conséquent ratait souvent dans le tir rasant aux petites distances. Enfin, elle exigeait une préparation préalable au moment du tir.

Fusées percutantes actuelles. — On chercha un système de fusée percutante qui fût à l'abri de ces inconvénients, et l'on arriva ainsi aux deux modèles de fusées percutantes qui sont actuellement réglementaires en France. Chacun de ces deux modèles n'exige aucune préparation au moment du tir, et s'arme dans la bouche à feu, par le choc au départ. Ce sont :

1° La fusée Budin, qui ne s'arme qu'à de fortes charges, et qui, pour cette raison, a été attribuée aux projectiles de campagne, parce qu'on n'a pas admis l'utilité du tir plongeant de campagne à faibles charges ; 2° la fusée percu-

tante modèle 1878 qui s'arme à toutes les charges pratiques de tir, et qui, pour cette raison, a été attribuée aux projectiles de siège. On a en outre étendu son emploi au canon de 80^{mm} de montagne qui tire à une charge trop faible pour armer la fusée Budin. Cette fusée est donc une fusée percutante de siège et de montagne. Mais elle pourrait être aussi bien employée dans les bouches à feu de campagne, car on a constaté, avant de l'adopter pour le 80^{mm} de montagne, qu'elle supporte parfaitement les épreuves de transport dans les coffres, dans les caisses à munitions et dans les caisses de double approvisionnement. Elle permettrait dans ce cas de faire du tir plongeant avec les canons de campagne, si on en reconnaît l'utilité.

Le problème de la fusée percutante a été ainsi résolu d'une manière à peu près satisfaisante.

Nous indiquerons cependant une amélioration que nous désirerions voir réaliser dans les fusées percutantes françaises. Dans leur état actuel, ces fusées sont armées, c'est-à-dire prêtes à fonctionner, dès que le projectile s'est mis en mouvement. Par conséquent, pendant tout le temps que l'obus met à parcourir l'âme, un ralentissement accidentel de sa vitesse peut occasionner son explosion. Or, ce ralentissement de vitesse peut être déterminé par diverses causes telles que, une mauvaise position de chargement, une avarie dans les cloisons de l'âme, un corps étranger qui serait resté dans le canon, une déformation de l'obus pendant son trajet dans l'âme, etc. Il y aurait donc lieu de chercher à modifier les conditions de l'armement de la fusée, de telle sorte que cet armement ne fût complet qu'au moment où l'obus est sorti de la bouche à feu, et où il ne peut plus rencontrer dans l'air aucun obstacle qui détermine son explosion.

Ce problème ne paraît pas insoluble, au moins pour un appareil percutant qui, comme l'appareil de campagne, n'est pas assujetti à s'armer pour des charges très-variables.

Quoi qu'il en soit, l'usage exclusif d'une fusée percutante quelconque présenterait sur les champs de bataille de graves inconvénients que l'on peut résumer ainsi :

L'obus percutant perd dans tous les cas une partie de sa vitesse au point de chute; — il fonctionne avec peu d'efficacité dans les terrains coupés par de petits murs de clôture, par des fossés, par des talus, etc.; — il fonctionne de même avec peu d'efficacité dans des terrains mous où l'obus pénètre facilement; — la gerbe remontante d'éclats ou de balles qu'il fournit diminue d'efficacité, même dans un bon terrain, à mesure que la portée augmente; — cette même forme remontante de la gerbe rend ce genre de tir peu dangereux contre une infanterie abritée derrière un faible talus naturel ou artificiel, peu dangereux aussi contre une infanterie couchée. — Enfin, quand la portée augmente suffisamment, l'obus percutant arrive à éclater sous terre, en faisant fougasse, et en produisant un effet meurtrier presque nul.

Les opinions peuvent varier sur le plus ou le moins d'importance de ces divers inconvénients, et l'accord sur ce sujet ne s'établira probablement qu'à la suite de nombreuses expériences de tir comparatives entre des fusées percutantes et des fusées fusantes. Mais, pour réaliser ces expériences, il fallait en tout cas chercher un modèle de fusée fusante, et cette recherche était d'autant plus nécessaire qu'elle était poursuivie avec ténacité à l'étranger, même par les puissances qui, avant la guerre de 1870, se servaient exclusivement de fusées percutantes.

Conditions demandées aux fusées.

L'artillerie française entreprit donc cette étude en se guidant sur les principes suivants, relatifs : 1° à la nature de la fusée; 2° à sa durée totale de combustion; 3° à la continuité de combustion et au réglage; 4° à la régularité de combustion.

1° *Nature de la fusée.* — On admit dès l'origine que toute fusée fusante devait être en même temps percutante, et être par conséquent à double effet. Aussi, tout en poursuivant séparément les études sur l'appareil percutant et sur l'appareil fusant, parce qu'il était plus commode et plus sûr d'expérimenter isolément chacun de ces appareils, on eut toujours soin de loger l'appareil percutant exclusivement dans la queue de la fusée, et l'appareil fusant exclusivement dans la tête de la fusée, afin que leur réunion pût ensuite constituer facilement une fusée à double effet.

La nécessité d'une fusée à double effet ressort de cette vérité banale qu'il vaut mieux avoir deux cordes à son arc qu'une seule. Mais nous développerons cette idée en disant que, si nous reconnaissons des inconvénients à l'usage exclusif de l'appareil percutant, nous en reconnaissons aussi à l'usage exclusif de l'appareil fusant. Le principal de ses inconvénients est qu'il exige, pour être réglé, une préparation au moment du tir, tandis que les appareils percutants français n'en ont pas besoin. Or, le temps et les moyens de faire cette préparation peuvent venir à manquer, et il ne faut s'exposer à être désarmé dans aucun cas.

Nous admettons en outre que dans certaines circonstances de terrain et de distance, le tir percutant pourra donner des résultats équivalents, peut-être même supérieurs à ceux du tir fusant. Il faut donc pouvoir employer indistinctement l'un ou l'autre, sans être obligé de faire un remplacement de fusées sur les projectiles, opération impraticable sur le champ de bataille.

Dans le cas même où l'on considérera le tir fusant comme le plus avantageux à employer, le réglage de ce genre de tir exigera généralement les deux opérations suivantes : tirer d'abord avec l'appareil percutant pour observer les points de chute et régler la portée ; puis, lorsque la portée sera déterminée, tirer avec l'appareil fusant pour régler la hauteur d'éclatement. Or, nous croyons que, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves mécomptes, il est

indispensable de régler son tir avec le même projectile et avec la même fusée qui doivent être employés pour le tir une fois réglé. Il faut donc que la même fusée puisse donner à volonté l'éclatement percutant et l'éclatement fusant.

Le tir d'une fusée simplement fusante est souvent difficile à régler, même en admettant la portée bien connue, parce que si l'on a choisi une première durée trop longue, l'obus peut n'éclater qu'après avoir ricoché, sans que l'on ait observé ce ricochet. L'obus ayant alors éclaté en l'air et peut-être assez haut, on est tenté d'augmenter encore la durée, ce qui conduirait à un tir entièrement fou. La fusée à double effet échappe à cet inconvénient puisque si l'on a essayé une durée trop longue, l'obus éclatera toujours au point de chute par l'appareil percutant.

La fusée à double effet diminue dans une proportion considérable le nombre des ratés d'explosion de projectiles. Admettons en effet qu'elle se compose d'un appareil percutant qui, employé isolément, donne 3 p. 100 de ratés, et d'un appareil fusant qui, employé isolément, donne 5 p. 100 de ratés. Dans un tir supposé réglé, en employant la fusée à double effet, le nombre des ratés absolus sera de 1 coup sur 700.

Cette diminution du nombre des ratés, outre les avantages généraux qu'elle présente, a celui de permettre un meilleur réglage du tir. Car, si on reconnaît qu'il est bon, comme nous le croyons, de faire éclater les obus fusants très-bas, aux distances ordinaires de combat de 2000 à 3000 mètres, pour obtenir le maximum d'effet, on pourra chercher sans scrupule ce résultat avec des fusées à double effet. On sera en effet certain de ne pas perdre les coups qui éclateront comme percutants, tandis que ces coups seraient perdus si la fusée n'était pas à double effet.

Enfin, la fusée à double effet permet d'organiser l'appareil fusant de manière qu'il fonctionne à petites charges. On peut ainsi se rendre la possibilité de faire au besoin

du tir plongeant, et remédier à l'inconvénient de l'appareil percutant de campagne de ne pas permettre ce genre de tir.

Ces considérations sur l'utilité des fusées à double effet ont été appréciées à l'étranger comme en France, et les fusées à double effet sont actuellement à l'étude dans plusieurs puissances étrangères.

2° *Durée totale de combustion.* — Chez la plupart des puissances étrangères, la durée totale de combustion des fusées existantes est d'environ 10 secondes, quand la fusée est à un seul étage de feu. Cela tient à ce que presque toutes ces fusées appartiennent au type désigné communément sous le nom de fusée à cadran, et ont un diamètre total de 50^{mm} à 60^{mm}.

Ces dimensions déterminent le diamètre intérieur de la colonne circulaire fusante, c'est-à-dire la longueur de la composition fusante, et comme la vitesse de combustion de cette composition ne peut guère descendre au-dessous de 10 millimètres par seconde, on voit que la durée totale de toutes ces fusées ne peut varier que dans des limites très-restreintes. On ne pourrait, en effet, ni augmenter le diamètre de la fusée parce qu'on arriverait à des formes impossibles pour la fusée et pour le projectile, ni diminuer la vitesse de combustion, parce qu'on augmenterait considérablement le nombre des ratés par non-inflammation ou par extinction de la colonne fusante dans l'air.

Nous insistons sur ce point pour faire ressortir ce fait, que la durée totale de 10 secondes, généralement adoptée, a été imposée par des raisons techniques de construction de fusée, et nullement par des considérations stratégiques.

Au point de vue de ces dernières, on a regretté au contraire l'obligation de se limiter à une durée maximum de 10 secondes, et par conséquent à une portée maximum d'éclatement de 2 500 à 3 000 mètres ; car on cherche, chez plusieurs puissances, à augmenter la durée totale de la fusée à cadran en y ajoutant un deuxième étage d'un

diamètre égal ou un peu inférieur au premier. Cette modification, si elle réussit, portera à 19 ou 20 secondes la durée totale de la fusée, et par conséquent à 5 000 mètres environ la portée maximum d'éclatement.

Dans notre opinion, la fusée fusante doit permettre de faire éclater les projectiles en l'air sur toute l'étendue de la trajectoire, et doit par conséquent avoir une durée totale d'environ 30 secondes. Nous donnerons à l'appui de cette opinion les considérations suivantes :

Aux petites distances, soit jusqu'à 2 000 mètres environ, il y a peu de différence, lorsque le terrain est favorable au ricochet, entre les résultats fournis par le tir percutant ou par le tir fusant. Il n'y a donc pas grand intérêt à avoir une fusée fusante de 10 secondes seulement, c'est-à-dire dont les effets ne vont que jusqu'à 3 000 mètres, à peine au delà du point où les résultats du tir percutant sont considérés comme suffisamment satisfaisants.

Ce n'est pas jusqu'à cette distance, c'est au contraire à partir de cette distance, que la fusée fusante devient indispensable, si l'on veut tirer tout le parti possible de la portée et de la justesse de nos canons actuels.

C'est ce que l'on a parfaitement senti à l'étranger en cherchant, par l'addition d'un deuxième étage à la fusée à cadran, à étendre l'efficacité de cette fusée jusqu'à une portée d'environ 5 000 mètres.

Maintenant, cette limite elle-même est-elle suffisante? Il est incontestable qu'en thèse générale on peut répondre à cette question par l'affirmative, et que le tir des pièces de campagne au delà de 5 000 mètres ne devra être considéré, sauf des cas exceptionnels, que comme un gaspillage de munitions.

Mais enfin, ces cas exceptionnels peuvent se présenter. Il ne faut pas perdre de vue que le tir du canon de 90^{mm}, par exemple, à la distance de 6 000 mètres donne le même écart en portée que le tir de notre ancien canon de 4 rayé de campagne à 500 mètres. Ce n'est donc pas la justesse de

tir qui fait défaut à ces grandes portées; ce sont les moyens d'observation pour repérer et pour régler son tir. Or, ces moyens d'observation ont déjà été très-perfectionnés à l'aide des télémètres et des lunettes dont on a doté les batteries, et il est probable qu'ils le seront encore davantage. Dans certaines circonstances de limpidité d'atmosphère, d'occupation de positions dominantes (dont l'avantage est si grand, non pas au point de vue du tir, mais précisément au point de vue de l'observation des résultats du tir), on pourra utiliser son feu, même à de grandes distances. Or, on ne pourra le faire qu'avec l'appareil fusant; car à ces distances, le projectile percutant n'exerce qu'une action de choc, et éclate en terre avec un effet nul.

Beaucoup d'officiers d'artillerie ont été frappés de la théorie, récemment mise à l'étude, du tir convergent et simultané de l'artillerie d'une place, dans le but de concentrer une grande quantité de feux, au moment opportun, sur un point déterminé de l'attaque. Mais il se présente, dans presque toutes les batailles, une ou plusieurs phases de l'action où cette théorie peut trouver son application. C'est le moment où l'action, indécise et plus ou moins traînante jusqu'alors, prend tout à coup une physionomie sérieuse et décisive pour l'attaque ou la défense de la position qui se trouve devenir l'objectif principal et la clef de la situation. A cet instant, soit pour attaquer, soit pour se défendre, chacune des deux troupes, placée directement en face de ce point capital, donnera le maximum de ses efforts, et, pour employer une expression vulgaire, mais qui s'applique juste à la situation, fera feu de toutes pièces. Or, n'y aura-t-il pas un avantage énorme, dans ces moments courts et décisifs, pour l'artillerie qui aura les moyens de concentrer sur ce point capital, un feu efficace de toutes les batteries réparties dans un rayon de 6 ou 7 kilomètres autour de ce point, c'est-à-dire sur un front de 10 à 12 kilomètres ? Ce sera là, vraiment, faire feu de toutes pièces. Mais, nous ne nous lassons pas de le répéter, le tir percu-

tant à ces distances est d'une efficacité à peu près nulle. Il n'y a de possible que le tir fusant, qui remédie par la dispersion des éclats et des balles aux incorrections du réglage, et qui seul donnera le moyen d'inonder d'éclats meurtriers, à un instant donné, une zone de terrain déterminée.

Sans doute, ce tir convergent à grande distance sera un cas exceptionnel, mais il aura alors une importance décisive, et, par conséquent, il vaut la peine qu'on se ménage les moyens de pouvoir l'exécuter.

Citons encore un autre exemple, le cas où une armée victorieuse vient de couronner les positions, généralement dominantes, que lui abandonne l'armée ennemie en retraite. L'artillerie, en occupant ces positions dominantes, pourra généralement poursuivre pendant longtemps, de son tir fusant à grande distance, les colonnes ennemies, et changer ainsi leur retraite en déroute meurtrière. Il serait facile de multiplier les exemples des cas dans lesquels on sera heureux d'avoir à sa disposition les moyens d'exécuter des tirs fusants jusqu'à la limite extrême de la portée théorique des bouches à feu.

Tout est cependant une question de mesure, et si la condition d'avoir une durée totale d'environ 30 secondes devait compliquer beaucoup la construction des appareils fusants, on serait obligé d'y renoncer. Mais il n'en est pas ainsi, et le système d'appareil fusant en spirale étudié en France permet d'arriver facilement à cette durée de 30 secondes, à une condition : c'est que l'on renonce à terminer les projectiles de campagne par un méplat insuffisant de 38^{mm} de diamètre, et que l'on adopte, comme l'ont fait les puissances étrangères, le méplat de 55^{mm} de diamètre pour la tête des projectiles de campagne.

La question de la recherche des fusées a été constamment gênée et retardée en France par la forme des projectiles, qui avaient un méplat de 38^{mm} et un œil de 25^{mm}. Pour les appareils percutants, l'œil de 25^{mm} ne laisse pas

assez de largeur à la queue de la fusée ; aussi a-t-on été obligé de s'étendre en longueur plus qu'on ne l'aurait désiré. Pour les appareils fusants, le diamètre de 38^{mm} à la tête de la fusée ne laisse pas assez de place pour loger une colonne circulaire fusante d'un développement suffisant. On a tourné et surmonté plus ou moins heureusement ces difficultés, parce qu'il existait un stock considérable de projectiles auxquels il fallait des fusées. Mais, pour se mettre dans de bonnes conditions, et notamment pour atteindre la durée totale de 30 secondes dont nous pensons avoir montré l'utilité, il est indispensable d'adopter pour les nouveaux projectiles le méplat de 55^{mm} à la tête et l'œil de 30^{mm} de filetage.

3° *Continuité de combustion et réglage.* — Les appareils fusants étrangers sont tous à durée continue, c'est-à-dire qu'on peut provoquer l'éclatement en un point quelconque de la trajectoire, jusqu'à la limite de la durée totale de combustion de la fusée. Cette détermination du point d'éclatement se fait au moyen d'une opération que l'on exécute sur la fusée au moment du tir, et que l'on appelle le réglage de la fusée. Le réglage est plus ou moins simple, suivant les divers systèmes de fusées ; de toutes celles que nous connaissons, c'est la fusée italienne dont le réglage est le plus commode. Nous ferons en passant cette observation, que dans plusieurs appareils fusants étrangers, le réglage n'est pas absolument continu, en ce sens que l'appareil fusant ne commence à fonctionner qu'à une certaine distance, soit environ 500 mètres de la bouche du canon. Le tir fusant commence ainsi au point où le tir des boîtes à mitraille cesse d'être efficace. Cette lacune est un inconvénient. Car l'utilité des boîtes à mitraille est discutable, et on ne peut pas affirmer qu'elles ne disparaîtront pas un jour de nos coffres à munitions. En tout cas, elles n'y existent qu'en très-petite quantité, et on peut soit les avoir déjà consommées, soit ne pas les trouver sous sa main au moment du besoin. Il est donc bon d'avoir de quoi les suppléer, par la

possibilité de faire éclater des shrapnels à des distances inférieures à 500 mètres.

En France, les premiers appareils fusants mis en essai étaient à durée discontinue, et donnaient l'éclatement de seconde en seconde. Il est vrai que l'opération du réglage était élémentaire dans ce cas, puisqu'elle se bornait à percer la spirale par un trou foré d'avance dans le chapeau. Néanmoins l'opinion publique se déclara contre cette discontinuité qui espaçait les points moyens d'éclatement de seconde en seconde sur la trajectoire, et elle eut raison.

Car, avec les vitesses actuelles des projectiles, une seconde de durée représente une différence de portée qui varie de 400 mètres à 300 mètres pour les distances ordinaires de combat, et qui est encore de 200 mètres à 5 000 mètres.

Par conséquent, dans les cas les plus défavorables, on se trouvait dans la nécessité de faire éclater les obus à 400 mètres en avant du but à atteindre, et on obtenait ainsi des résultats presque nuls.

On a donc donné une légitime satisfaction à l'opinion, en modifiant la fusée de manière à lui donner la continuité d'éclatement par une rotation limitée du chapeau. Mais on a ainsi compliqué d'une manière sensible l'opération du réglage qui se compose alors des quatre manipulations suivantes :

Desserrer l'écrou,

Mettre le chapeau à la division indiquée,

Resserrer l'écrou,

Percer l'évent indiqué.

L'ensemble de ces opérations a paru à un certain nombre d'officiers d'artillerie constituer une manipulation plus compliquée que celle que l'on peut exiger des artilleurs sur le champ de bataille.

Nous répondrons à cette objection par les considérations suivantes :

Une chose nouvelle peut paraître plus compliquée au

premier abord qu'elle ne le sera en réalité, lorsqu'on disposera d'un personnel habitué à l'exécuter. Cet argument a peut-être d'autant plus de valeur, que nous avons entièrement perdu en France l'habitude de nous servir des appareils fusants, et que nous sommes par conséquent plus frappés au premier abord de l'inconvénient d'une préparation au moment du tir, dont nous ont déshabitués nos appareils percutants. Si tous les servants d'une pièce ne sont pas aptes à faire le réglage d'un appareil fusant, on peut du moins admettre que les chefs de pièce, les artificiers et les pointeurs pourront être dressés à cette opération. D'ailleurs, il faut remarquer que le réglage ne devient un peu délicat que pour les fractions de seconde ; dans beaucoup de cas on pourra se contenter de tirer à un nombre entier de secondes, et, dans ces cas, le réglage se réduit à une seule opération qui consiste à déboucher l'évent indiqué. On ne risque ainsi, même avec un personnel entièrement inexpérimenté, de faire que des erreurs inférieures à une seconde, soit qu'on ne fasse pas tourner le chapeau, soit qu'on le fasse mal tourner, puisque la rotation totale du chapeau est limitée à une seconde.

Enfin, pour se rendre un compte exact du plus ou moins de valeur d'une solution, il ne faut pas la juger d'une manière absolue ; il faut l'apprécier d'une manière relative, par comparaison avec les solutions analogues adoptées à l'étranger.

Or, en laissant de côté les fusées anglaises, qui sont destinées à des canons se chargeant par la bouche, les fusées de tous les autres pays appartiennent au type à cadran. Parmi ces dernières, nous laisserons encore de côté la fusée italienne, à laquelle ce que nous allons dire ne s'appliquerait pas, parce que la colonne fusante y est, comme dans la fusée française, entourée et protégée par un tube en plomb. Mais, pour toutes les autres fusées, la composition est comprimée dans une gorge creusée circulairement dans un anneau ou dans deux anneaux superpo-

sés, suivant que la fusée est à un ou deux étages, et ces anneaux sont serrés sur des disques en feutre ou en drap qui empêchent le feu de se transmettre irrégulièrement ou instantanément d'un bout à l'autre de la colonne de composition.

Le réglage d'une fusée à cadran consiste donc à placer l'anneau ou les anneaux porte-composition dans une position convenable. Mais la sécurité et la régularité de ces fusées dépendent essentiellement du serrage de l'anneau sur son disque de feutre obturateur. Ce serrage est assuré par un écrou supérieur qui peut être fixe ou mobile.

Dans le premier cas, le serrage est donné une fois pour toutes dans l'atelier de chargement, ce qui constitue une opération assez délicate, pour laquelle les malfaçons sont difficiles à éviter. Or, le résultat d'une malfaçon peut être de deux sortes différentes : si le serrage est trop fort, le réglage devient très-difficile ; si le serrage est trop faible, on est exposé à des sautes de feu qui donnent des éclatements prématurés ou intempestifs. De plus, même en supposant le serrage initial réglé dans de bonnes conditions à l'atelier de chargement, ce serrage pourra se modifier, dans un sens ou dans l'autre, au bout d'un certain temps de conservation et de transport, et occasionner par suite les deux genres d'inconvénients qui viennent d'être signalés.

Dans le second cas, c'est-à-dire lorsque l'écrou supérieur est mobile, l'opération du réglage se complique, car, pour l'exécuter, il faut desserrer l'écrou, faire tourner l'anneau, et resserrer l'écrou à bloc, ce qui exigera probablement le secours d'une clef. Lorsque ce serrage à bloc sera bien fait, on pourra compter sur la sécurité de la fusée. Mais n'est-il pas dangereux de faire reposer cette sécurité sur une préparation qui devra être exécutée dans des moments critiques, où le manque de sang-froid et la précipitation sont choses si naturelles à prévoir?

Cette digression un peu longue et un peu technique était

difficile à éviter pour arriver à faire ressortir les avantages que l'on a cherché à se procurer avec le mode de réglage de la fusée française, et qui peuvent se résumer ainsi :

Entre les mains d'un personnel exercé, il permet de déterminer le point d'éclatement avec une régularité parfaite. Entre les mains d'un personnel inexpérimenté, et par le simple débouchage d'un évent, il permet de déterminer le point d'éclatement avec une approximation qui sera souvent suffisante, et dont l'erreur en tout cas ne dépassera jamais une seconde. Enfin, en aucune circonstance, ce procédé de réglage ne risque de compromettre la conservation des bouches à feu ni la sécurité des troupes placées en avant d'elles ; car une insuffisance ou même un manque absolu de serrage de l'écrou ne peuvent jamais donner chance d'éclatement dans l'âme, ni d'éclatement intempestif.

4° *Régularité de combustion.* — La régularité de combustion d'une fusée peut se mesurer par deux genres de méthodes :

1° La mesure des durées entre le départ du projectile et son éclatement, au moyen d'appareils chronométriques, téléphoniques, etc.

2° L'observation directe des portées d'éclatement des projectiles.

La première méthode a l'avantage d'isoler ce qui concerne la fusée, et de ne pas mêler à ses variations propres, celles qui peuvent provenir des différences de vitesse initiale des projectiles. Mais elle est d'une exécution difficile, surtout aux grandes distances ; elle demande à être pratiquée par des observateurs très-exercés, et comporte toujours une certaine erreur, personnelle à l'observateur et aux instruments d'observation.

La seconde méthode, au contraire, est d'une exécution relativement facile et exacte. Elle a l'inconvénient de faire intervenir les variations de vitesse initiale ; mais ces varia-

tions sont faibles avec les canons actuels. D'ailleurs elle donne les résultats pratiques, tels qu'on les voit et qu'on se les figure.

C'est donc cette seconde méthode que nous adopterons comme mesure et comme procédé d'interprétation.

Nous arriverons d'ailleurs ainsi à exprimer notre idée d'une façon nette et simple, en disant que pour un même pointage et pour un même réglage, l'appareil fusant doit grouper tous les points d'éclatement en l'air sur une longueur d'environ 100 mètres de trajectoire, quelle que soit la distance à laquelle on tire.

Cette régularité de l'appareil fusant nous paraît être suffisante pour permettre de régler rapidement et facilement le tir, lorsque la portée a été préalablement déterminée à l'aide de l'appareil percutant. Et le tir une fois réglé, tous les coups seront efficaces, car on doit admettre que les balles ou les éclats seront meurtriers au moins jusqu'à 250 mètres du point d'éclatement, lorsqu'ils arriveront de plein fouet à cette distance. Nous entrons d'ailleurs ici dans un ordre d'idées sur lequel nous reviendrons en détail lorsque nous aborderons la question des obus à balles.

Il nous reste à expliquer pourquoi nous sommes autorisés à adopter une mesure de la régularité des fusées unique et indépendante de la portée d'éclatement.

Les variations finales de portées d'éclatement dépendent de quatre causes distinctes qui sont :

1° Une variation de prise de feu ;

2° Une variation de combustion de la colonne fusante ;

3° Une variation dans la transmission de feu de l'extrémité de la colonne fusante à la chambre à poudre de la fusée ;

4° Une variation dans l'inflammation et dans la combustion de la charge enrochée au fond du projectile jusqu'au moment où elle en détermine l'explosion.

De ces quatre causes d'erreur, les 1re, 3e et 4e sont indé-

pendantes de la portée ; si donc on les évaluait en durées, elles seraient constantes à toutes les distances. Mais si on les évalue en variations de portée d'éclatement, comme nous l'avons fait, elles diminueront avec la distance puisqu'une durée constante de 2 dixièmes de seconde par exemple représentera une variation de portée plus forte aux petites distances qu'aux grandes, en raison de la vitesse décroissante du projectile sur sa trajectoire.

La deuxième cause d'erreur, celle qui est inhérente à la combustion de la colonne fusante, augmente avec la longueur de cette colonne et par conséquent avec la distance. Si on l'évaluait en durée, elle se traduirait par des chiffres qui augmenteraient suivant une loi déterminée avec les portées. Mais quand on l'évalue en variations de portées d'éclatement, il se produit encore une sorte de compensation à cause de la vitesse décroissante du projectile, car une variation de un dixième de seconde au moment où l'obus a une vitesse de 400 mètres, donnera la même différence de portée d'éclatement qu'une variation de deux dixièmes de seconde au moment où la vitesse de l'obus n'est plus que de 200 mètres.

On voit que ces compensations diverses permettent de s'expliquer comment la régularité d'une fusée, exprimée en variations de portées d'éclatement, peut se trouver à peu près indépendante de la distance, pourvu cependant que la régularité de combustion de la colonne fusante proprement dite soit très-grande. Les expériences déjà faites semblent indiquer que cette loi empirique est suffisamment exacte dans la pratique, au moins jusqu'à une distance de 5 000 mètres.

Résumé et conclusions de la première partie.

Nous résumerons cette discussion de la question des fusées dans les termes suivants :

Pour permettre à l'artillerie de campagne d'utiliser

toutes les excellentes qualités de son matériel, de ses bouches à feu, de ses nouvelles poudres, pour lui donner toute l'efficacité meurtrière dont elle est susceptible, il faut la doter de fusées satisfaisant aux conditions suivantes :

1° Les fusées doivent être à double effet, c'est-à-dire contenir en même temps un appareil fusant et un appareil percutant, et doivent pouvoir être employées indifféremment pour l'un et pour l'autre tir.

2° L'appareil fusant doit être organisé de manière à donner l'éclatement en l'air sur tous les points de la trajectoire, aux plus petites comme aux plus grandes distances, soit pour fixer les idées, jusqu'à une durée de 30 secondes.

3° L'appareil fusant doit être à durée continue, c'est-à-dire permettre de faire varier sur toute la trajectoire, de dixième en dixième de seconde, la portée d'éclatement.

4° Le réglage de l'appareil percutant doit se faire automatiquement, par le départ du coup, sans aucune préparation préalable. Mais il est à désirer que cet appareil ne soit complétement armé, et prêt à fonctionner, que lorsque l'obus sera sorti de la bouche à feu. Quant au réglage de l'appareil fusant, il doit être susceptible d'une exactitude parfaite entre les mains d'un personnel exercé, n'être susceptible que d'une erreur très-limitée entre les mains d'un personnel inexpérimenté ; enfin et surtout ne donner en aucun cas aucune chance à la possibilité des éclatements prématurés ou intempestifs.

5° La régularité de l'appareil fusant doit être telle que, à toutes les distances, l'éclatement en l'air, pour un même réglage du tir, se produise sur une longueur d'environ 100 mètres de trajectoire. Quant au nombre des ratés, on peut admettre 3 p. 100 avec l'appareil percutant isolé et 5 p. 100 avec l'appareil fusant isolé, ce qui donne une proportion de ratés absolus, pour la fusée employée avec double effet, de un sur sept cents coups environ.

6° L'un au moins des deux appareils, fusant ou percutant,

doit être organisé de manière à fonctionner aux petites charges. Il vaut mieux que ce soit l'appareil fusant ; car le tir plongeant avec fusée fusante permet de mieux fouiller le terrain que le tir percutant.

7° La forme extérieure de la fusée doit continuer le plus possible la forme de l'ogive de l'obus prolongée, afin de ne rien faire perdre à l'obus de ses qualités balistiques.

8° Pour la réalisation de toutes les conditions qui précèdent, il paraît nécessaire de donner aux fusées un diamètre de 55 millimètres à la base de leur tête, et un filetage de 30 millimètres à leur queue. Il faut par conséquent adopter ces mêmes dimensions pour le méplat supérieur et pour l'œil des projectiles.

DEUXIÈME PARTIE.

OBUS A BALLES OU A MITRAILLE.

Nous avons cherché à déterminer dans la première partie de ce travail, les principes auxquels doit satisfaire une fusée pour permettre d'assurer, dans les meilleures conditions possibles, l'éclatement d'un projectile par l'un ou l'autre de ses appareils, percutant ou fusant.

Nous allons maintenant nous livrer à une recherche analogue, pour tâcher de déterminer les conditions d'organisation intérieure du projectile lui-même, propres à doter ce projectile des qualités destructives les plus efficaces. Il est entendu d'ailleurs que nous ne parlons ici que du tir contre des troupes, et que nous ne cherchons par conséquent à assurer que la destruction du personnel.

Pour cette recherche complexe, nous procéderons du simple au composé, c'est-à-dire nous étudierons d'abord séparément chacun des principaux éléments constitutifs du projectile, et nous déduirons du rôle que doit remplir

chacun de ces éléments, ses meilleures conditions d'organisation. Puis nous fondrons les résultats de cette étude analytique dans un résumé synthétique, en nous efforçant de concilier entre elles celles de ces conditions qui, considérées isolément, pourraient se trouver en contradiction.

Nous distinguerons à cet effet, dans un projectile destiné à produire de grands effets d'éclatement contre des troupes, les éléments constitutifs suivants :

1° Rapport du poids efficace au poids total de l'obus ;

2° Nature de la fragmentation ;

3° Nature de l'enveloppe extérieure ;

4° Position et poids de la charge intérieure de l'obus ;

5° Angle de dispersion et portée moyenne de la gerbe d'éclatement.

1° *Rapport du poids efficace au poids total de l'obus.* — On peut considérer un obus à balles ou à mitraille comme un vase destiné à transporter au loin cette mitraille, et à la répandre quand il s'ouvre. Le poids total de l'obus est la somme des poids du vase et de la mitraille qu'il contient. Mais quoique le vase puisse fournir quelques éclats tels que le culot, la ceinture, la fusée et des fragments de l'enveloppe, l'effet de ces éclats sera faible par rapport à celui de la mitraille intérieure. On peut donc considérer (dans une certaine mesure, et pour simplifier le langage) le poids du vase comme un poids mort, destiné uniquement au transport du poids efficace, qui est celui de la mitraille fragmentée d'avance qu'il contient, et négliger le premier par rapport au second. On arrive ainsi à une première donnée de l'efficacité de l'obus, commode à mesurer et à exprimer, en prenant le rapport du poids de mitraille contenue dans le projectile, c'est-à-dire du poids efficace, au poids total du projectile.

Remarquons cependant que la mesure de ce rapport demande à être faite avec certaines précautions si l'on veut en tirer des indications exactes, car quelques variétés

d'obus comme les obus à double paroi, à rainures, etc., ont bien des lignes de rupture déterminées d'avance, et leur fragmentation s'opère suivant ces lignes, mais non suivant toutes ces lignes. L'expérience prouve que les lignes de rupture transversales sont surtout inefficaces, et que la rupture d'un projectile s'opère de préférence suivant les lignes longitudinales, de sorte qu'il se sépare en longs éclats comme les douves d'un tonneau. Il est évident que de pareils éclats, quoique réalisant une amélioration sur une fragmentation due tout à fait au hasard, ne peuvent pas être comptés comme mitraille, et doivent figurer dans le poids mort.

Dans les projectiles mêmes où la mitraille est parfaitement divisée d'avance, comme dans quelques variétés d'obus à balles, il arrive qu'après l'éclatement le culot et une portion de la partie cylindrique restent réunis et contiennent un certain nombre de balles agglomérées, formant ainsi ce qu'on a appelé le pot de fleurs. Les balles ainsi agglomérées doivent être retranchées du poids efficace, et figurer dans le poids mort.

La distinction du poids total de l'obus en poids efficace et en poids mort, ne peut donc pas être faite théoriquement; ou du moins elle devra être toujours vérifiée, et rectifiée au besoin, d'après les résultats d'observation de l'éclatement réel dans le tir, sur le terrain.

Nous insistons à dessein sur cette expression de tir réel sur le terrain, parce que nous n'accordons qu'une confiance limitée aux expériences de cette nature faites dans les puits d'éclatement. Car si l'on opère sur des obus à balles qui n'ont pas été tirés, l'éclatement dans le puits, avec une charge intérieure en grains de poudre libres, peut être très-différent de ce qu'il sera dans le tir avec une charge de poudre fortement enrochée par le choc au départ et brûlant par couches successives. Cette différence sera surtout prononcée pour les variétés d'obus qui ont une chambre à poudre centrale, de petit diamètre et de grande longueur.

Si l'on opère sur des obus qui ont été tirés, la structure intérieure de ces projectiles a pu subir des ébranlements plus ou moins grands à leurs points de chute ou de ricochet, ébranlements qui ne se produiraient pas pour l'éclatement fusant en l'air.

De plus, soit que les obus aient été tirés, soient qu'ils ne l'aient pas été, l'explosion dans le puits soumet les fragments à des chocs très-violents contre les parois du puits, et peut leur donner ainsi une division plus grande que celle qui serait obtenue par l'éclatement libre dans l'air.

Supposons donc que les expériences par lesquelles on est arrivé à déterminer le poids mort et le poids efficace des obus, aient été soigneusement faites, et indiquons par quelques nombres les limites dans lesquelles peut varier ce rapport :

Dans nos anciens obus à balles de 4, de 8 et de 12 rayé de campagne, le rapport du poids efficace de l'obus à balles à son poids total était de 30 à 35 p. 100. Dans nos canons de 5 et de 7, ce rapport est descendu à 20 p. 100.

Dans les meilleurs obus à balles actuellement en service à l'étranger, ce rapport est de 35 à 45 p. 100.

Dans quelques-uns des obus à balles ou à mitraille actuellement à l'étude en France, ce rapport est de 70 à 75 p. 100.

Les grandes différences qui existent entre ces nombres montrent de quel progrès la fragmentation des obus est susceptible. Il est d'ailleurs évident que les propriétés meurtrières d'un obus dépendent dans une certaine mesure de la valeur du rapport dont il s'agit.

Mais le nombre abstrait par lequel on représente ainsi le poids efficace d'un projectile ne suffit pas à donner une idée juste de sa valeur. Il faut maintenant étudier la fragmentation en laquelle on va décomposer ce poids efficace, de manière à déterminer les conditions nécessaires et suffisantes pour que chaque fragment isolé puisse être considéré comme efficace lui-même. Car du nombre de ces

fragments efficaces dépendra alors en grande partie la valeur de l'obus.

2° *Nature de la fragmentation.* — La fragmentation d'un obus à balles peut consister en balles de plomb, en balles de plomb durci, en balles de fonte ou de fer, enfin en fragments de fonte divisés d'avance.

Les balles en plomb possèdent l'avantage, dû à leur grande densité et à leur forme sphérique, de conserver leur vitesse dans l'air mieux que tout autre système de fragmentation. Elles ont donc une trajectoire plus tendue, et plus de portée, que tout autre fragment de même poids. Elles se prêtent en outre, par leur forme, beaucoup mieux au ricochet sur un terrain favorable à ce genre d'effet. Mais le plomb est un métal mou, qui se comporte comme une matière plastique dans l'intérieur d'un obus, et qui par le choc au départ tend à s'écraser dans le fond de l'obus, en exerçant des pressions latérales considérables sur ses parois. Ainsi, si l'on essaie de couler du plomb dans l'intérieur d'un obus ordinaire et qu'on le tire à grande vitesse, le plomb exercera sur les parois de la chambre de l'obus une pression telle, qu'il gonflera ces parois en fonte de manière à leur faire prendre la rayure, et provoquera fréquemment la rupture de l'obus.

Par conséquent les balles en plomb ont l'inconvénient d'être sujettes à se déformer dans l'intérieur de l'obus, et de perdre ainsi par cette déformation une partie des avantages que leur donnait leur forme sphérique. Elles ont en outre l'inconvénient d'exiger des obus à parois très-résistantes, pour ne pas se déformer sous la pression latérale produite par cette masse intérieure de balles; les obus à balles de cette nature ne peuvent donc avoir qu'un poids efficace relativement faible par rapport à leur poids total.

Le soufre ou la résine que l'on coule dans les interstices des balles pour atténuer ce double défaut, ne remplissent qu'imparfaitement ce but, surtout dans les projectiles de campagne, parce que ces substances se désagrègent par-

tiellement au bout d'un certain temps de transport. De plus, elles augmentent le poids mort, et restent quelquefois agglomérées avec les balles, de manière à empêcher leur dispersion.

On a cherché à remédier à ces inconvénients des balles en plomb en leur substituant des balles en plomb durci par un mélange d'antimoine. On a ainsi perdu de la densité, car les alliages de plomb et d'antimoine ont une densité sensiblement moindre que celle du plomb; mais on a atténué dans une certaine mesure la déformation des balles et la déformation possible du projectile. Cependant ces deux inconvénients subsistent encore, quoiqu'à un degré moindre, avec les balles en plomb durci.

On a fait un pas de plus dans cette voie, en employant des balles en fer ou en fonte. Ici, il n'y a plus de déformation des balles, et l'on conserve tous les avantages dus à la forme sphérique. Mais on perd de la densité, car la densité du fer et de la fonte est notablement moindre que celle du plomb et du plomb durci.

En outre, on n'évite pas entièrement la poussée latérale qui tend à déformer l'obus; car chaque balle fait coin entre celles sur lesquelles elle repose, au moment du choc au départ, et tend à les écarter latéralement. La somme de toutes ces actions latérales agit encore énergiquement sur la paroi de l'obus pour la déformer ou pour la rompre.

Aussi, l'on a donné aux balles en fer des faces planes, qui permettent de les disposer en colonnes verticales méthodiquement rangées dans l'intérieur de l'obus, de manière à ne plus exercer aucune pression latérale sur ses parois. Cette solution a l'inconvénient d'exiger des cannelures dans la paroi intérieure de l'obus, pour que ces saillies fournissent des points d'appui aux colonnes de balles et leur fassent prendre le mouvement de rotation; elle a en outre le défaut d'occasionner une certaine complication de chargement, mais elle remplit bien son but, qui est de supprimer entièrement la poussée latérale.

Arrêtons-nous un instant à ce point de notre exposé, pour constater que l'on s'est écarté de plus en plus de l'idée première et théorique des balles sphériques en plomb. On a été conduit à renoncer successivement aux avantages inhérents à la densité de la balle, à sa forme sphérique, à la simplicité du chargement, pour s'assurer, avant tout, l'avantage de ne plus avoir de pressions latérales intérieures, capables de déformer ou de briser l'obus. Et plus on ira, plus cette dernière condition deviendra la condition essentielle de la nature de la fragmentation. Car on tendra constamment à augmenter les vitesses initiales, et par suite la violence du choc au départ, qui engendre les pressions latérales dans un chargement intérieur susceptible de les laisser se produire.

Remarquons, d'ailleurs, que si la balle sphérique en plomb a des qualités balistiques incontestables, le fragment de fer ou de fonte possède, grâce précisément à la forme plus courbe de sa trajectoire, l'avantage de mieux fouiller le terrain en arrière d'un obstacle.

Dans plusieurs circonstances de guerre, il vaudra mieux avoir des éclats à trajectoire courbe, allant plonger derrière une tranchée-abri, que des balles à trajectoire trop raide qui laisseront un grand angle mort en arrière de cette tranchée.

Reprenons, après cette digression, la question au point où nous l'avons laissée, c'est-à-dire au chargement intérieur en fragments de fer à facettes planes, disposés en colonnes verticales. Il y a maintenant, dans la même voie, un progrès considérable à réaliser : il consiste à utiliser ces colonnes elles-mêmes pour la résistance de l'obus et à diminuer d'autant le poids mort de l'enveloppe, qui n'a d'autre but que d'assurer cette résistance. Voilà, en effet, des colonnes parallèles à l'axe de l'obus, c'est-à-dire placées exactement dans la direction du choc, dont le métal n'est susceptible d'aucune déformation, qui sont elles-mêmes d'une rigidité parfaite et ne donnent lieu à aucune pression

latérale. On peut donc les prendre pour ossature de l'obus, qui n'aura plus alors besoin que d'une enveloppe insignifiante, juste suffisante pour résister à la force centrifuge développée par le mouvement de rotation.

On arrive ainsi à la conception d'un obus dans lequel la fragmentation intérieure constitue par elle-même la charpente résistante, en prenant appui sur le culot. La matière et les formes de ce culot seront combinées de manière à lui laisser le poids minimum compatible avec la résistance nécessaire. Quant à l'enveloppe extérieure cylindro-ogivale, son épaisseur pourra être réduite dans des proportions considérables, puisque son rôle se bornera désormais à maintenir le chargement intérieur pendant les transports, et à l'empêcher de se séparer dans le tir sous l'action de la force centrifuge. Ce procédé de construction permet de renverser les termes du rapport qui a représenté jusqu'à présent l'efficacité des obus à balles. Au lieu d'obus composés de 30 p. 100 de poids efficace et de 70 p. 100 de poids mort, on aura des obus contenant 70 p. 100 de poids efficace et 30 p. 100 de poids mort.

Le mode de réalisation pratique de cette idée se déduit logiquement des considérations qui ont été déjà exposées. Il nous faut, en effet, une colonne intérieure parfaitement rigide et incompressible dans le sens de l'axe de l'obus. D'un autre côté, nous avons vu que l'explosion intérieure d'un obus n'assure pas la rupture des lignes transversales, qui sont seulement indiquées. Par conséquent, la séparation transversale doit être complétement effectuée d'avance.

Le chargement se composera donc de galettes séparées à faces parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe de l'obus. La superposition de ces galettes par assises successives fournira un procédé de chargement simple et commode, et constituera la colonne massive destinée à supporter le choc du départ. Quant à la fragmentation de ces galettes dans le sens longitudinal, c'est-à-dire suivant des

lignes à peu près parallèles à l'axe de l'obus, on peut imaginer divers procédés pour l'obtenir. En voici un qui consiste à quadriller la galette comme les cases d'un échiquier. Les cases noires sont obtenues par une première coulée de fonte, et sont adhérentes entre elles sur la moitié de la hauteur de leurs arêtes. Les cases blanches sont obtenues par une deuxième coulée de fonte et sont adhérentes entre elles sur l'autre moitié de la hauteur de leurs arêtes. Chaque galette se compose ainsi de deux systèmes de voussoirs dont les faces sont dirigées vers l'évidement intérieur, chaque système de voussoirs provenant d'ailleurs d'une coulée différente. Une pareille galette présente une résistance énorme à l'écrasement pour un effort dont la direction est perpendiculaire à ses faces planes, et elle ne présente qu'une résistance très-faible à la séparation des éclats pour un effort provenant de son centre et dirigé dans le sens de son rayon. C'est précisément le double résultat que l'on cherchait à atteindre.

Le chargement intérieur se composera ainsi de fragments de fonte à peu près cubiques, c'est-à-dire de la forme qui, après la forme sphérique, se prête le mieux à la conservation de la vitesse.

Mais remarquons que ce procédé de chargement, qui semble nous éloigner beaucoup de la balle sphérique en plomb, nous y ramène au contraire, en donnant la possibilité d'y faire entrer une certaine proportion de ces balles. Rien n'oblige en effet à remplir avec de la fonte toutes ces cases ou alvéoles dont nous venons de parler. L'expérience montre que la résistance de toute cette masse de fonte est extra-suffisante, et que l'on peut sans inconvénient laisser vides un certain nombre d'alvéoles, dans chacun desquels on peut loger une balle sphérique en plomb durci. Chacune de ces balles étant isolée, sans contact avec les autres balles, ne subit ni n'exerce aucune pression latérale, et échappe ainsi au principal inconvénient que nous avons reconnu à ce mode de chargement. Chaque balle

n'a à résister qu'à sa propre inertie, et un léger durcissement par l'antimoine suffit alors à empêcher sa déformation.

Le procédé de chargement que nous venons de décrire sommairement paraît donc être une solution plus avantageuse que toutes celles qui ont été pratiquées jusqu'à présent, car il réunit en lui les divers avantages que l'on poursuivait isolément par les autres procédés; il permet de concilier sur un terrain commun les partisans des balles en plomb et les partisans de la fonte fragmentée. Il donne d'ailleurs une sécurité complète pour la résistance de l'obus, et lui assure une proportion de poids efficace inconnue jusqu'à présent.

Il nous reste, avant de terminer la question de la fragmentation, à dire quelques mots du poids qu'il convient d'assigner, soit aux balles, soit aux fragments de fonte. Dans nos anciens obus à balles de 4 et de 12, les balles en plomb avaient respectivement les poids de 19 et de 27 grammes; ces mêmes balles ont été conservées pour les obus à balles de 5 et de 7. Nous pensons qu'il ne faudrait pas conserver des poids aussi forts pour les obus à balles de nos nouveaux canons.

Le poids de la balle n'a en effet pour but que d'assurer, pendant un plus long trajet à partir du point d'explosion, la conservation de la vitesse et des propriétés meurtrières de cette balle. Or, les progrès considérables que l'on a réalisés dans la justesse des canons et dans la régularité des fusées permettent de régler beaucoup mieux qu'autrefois le point d'explosion et de le mettre avec certitude beaucoup plus près du but sur lequel on tire. D'autre part, la vitesse restante des obus actuels est, à toutes les distances, notablement supérieure à ce qu'elle était jadis. Ces trois causes différentes concourent dans le même sens, pour montrer que l'on peut compter sur le même effet meurtrier avec une balle d'un poids notablement moindre qu'autrefois. Il y a dès lors avantage à mettre, pour un

même poids efficace de l'obus, un plus grand nombre de balles d'un poids individuel moindre.

Les Allemands ont la balle de	16gr,7
Les Italiens.	16 ,5
Les Autrichiens.	13 ,0
Les Russes.	12 ,0

Les Russes ont d'ailleurs fait des expériences comparatives avec les balles de 13 et de 12 grammes, à la suite desquelles ils se sont décidés pour cette dernière.

Quant aux éclats de fonte, il faut, pour leur conserver un effet meurtrier suffisant, leur donner un poids double de celui de la balle sphérique en plomb. Nous admettons donc pour les projectiles de campagne, comme minimum, la balle sphérique en plomb de 12 grammes et l'éclat cubique en fonte de 25 grammes. Mais nous reconnaissons que nous n'avons pas d'expériences précises à invoquer à l'appui de cette opinion. Notre intention, sur laquelle nous reviendrons dans le paragraphe relatif à la portée des gerbes, est que la balle ou l'éclat restent meurtriers jusqu'à 250 mètres au delà du point d'explosion, quand ils touchent le but de plein fouet, sans avoir ricoché. Nous croyons que la balle de 12 grammes et l'éclat de 25 grammes satisfont à cette condition, dont nous donnerons plus tard les raisons. Mais la question n'a pas encore été posée dans ce sens, ni résolue directement par l'expérience.

Nous ferons d'ailleurs observer que le système d'obus à balles, pour lequel nous avons exprimé nos préférences, se prête à une fragmentation quelconque ; et que l'on pourra y introduire des balles et des fragments de tel poids qu'on voudra, lorsqu'on aura tranché cette question préalable du poids.

Rien n'empêche même d'y introduire, outre des balles, des fragments de deux poids différents, ainsi de petits fragments de 15 à 20 grammes, faisant cendrée dans un

rayon restreint autour du point d'explosion, et de gros fragments de 30 à 35 grammes destinés à rester meurtriers plus loin.

On peut se faire ainsi, dès à présent, une idée approximative de ce que peut être la fragmentation d'un obus de 90. Le poids total étant 8 kilogr., la proportion de 75 p. 100 de poids efficace laissera 6 kilogr. pour la fragmentation. Décomposons ce poids de 6 kilogr. en trois parties.

1^k,500 de fragments de 15 grammes, ci . . .	100 éclats.
1 ,000 de balles en plomb de 12 grammes, ci .	83 balles.
3 ,500 de fragments de 30 grammes, ci . . .	117 éclats.
6^k,000 de poids total de fragmentation donnent un nombre total de.	300 fragm.

3° *Nature de l'enveloppe extérieure.* — L'enveloppe ou la paroi extérieure d'un obus à balles doit satisfaire à deux conditions : ne pas se déformer dans l'âme pendant le tir, et se disloquer franchement au moment de l'explosion.

La dislocation complète au moment de l'explosion a pour but d'assurer une dispersion régulière de la mitraille intérieure, et d'obtenir une gerbe de forme à peu près constante à chaque coup; de manière que l'étude de cette gerbe ayant été faite une fois pour toutes, on puisse régler son tir en conséquence.

Quant à la déformation dans l'âme, elle entraîne, si elle se produit, des inconvénients de diverse nature. D'abord elle indique dans le projectile un manque de résistance qui peut aller jusqu'à la rupture ou l'éclatement prématuré. Si même la déformation ne va pas jusque-là, elle peut aller jusqu'à faire mordre les cloisons de l'âme sur l'enveloppe. Il en résulte alors des irrégularités de vitesse initiale et une usure anormale de la bouche à feu. Mais il peut en résulter, au point de vue de la fusée, un inconvénient plus grave encore. Nous avons en effet signalé le défaut qu'ont nos appareils percutants, de s'armer dès que le projectile se met en mouvement, et d'être alors prêts à

fonctionner au moindre ralentissement de vitesse que ce projectile pourra éprouver dans l'âme. Si donc l'obus se gonfle et prend appui sur les cloisons au moment où l'appareil percutant est déjà armé, il pourra éprouver un ralentissement momentané qui déterminera son éclatement prématuré par le fonctionnement régulier de cet appareil percutant.

Les matières qui ont été employées jusqu'à présent, pour parois d'obus à balles, sont la fonte, l'acier et le fer.

La fonte est, comme produit industriel, le plus facile et le plus économique à se procurer, puisqu'on l'obtient par coulée. Mais la fonte, étant moins résistante que l'acier et le fer, exige une épaisseur de parois plus forte et augmente par conséquent le poids mort. De plus, les défauts inhérents au mode de fabrication par coulée, tels que les soufflures, auront ici une importance d'autant plus grande qu'on cherchera à se tenir le plus près possible du minimum d'épaisseur nécessaire à la paroi, afin d'augmenter le poids efficace. Ces défauts ne sont pas visibles extérieurement, et le tir d'essai d'un certain nombre d'obus par lot, ne prouvera pas qu'il n'existe pas de ces défauts accidentels dans les obus qui n'ont pas été tirés. Il nous paraît donc difficile de concilier, avec des enveloppes en fonte, les deux conditions d'une garantie certaine contre les éclatements prématurés et d'un poids efficace suffisant.

L'acier offre, par sa très grande résistance, le moyen de réduire beaucoup le poids mort. S'il a été amené à la forme cylindro-ogivale par emboutissage, il donne de bonnes garanties de sécurité; car un acier de mauvaise qualité ne supporterait pas le travail nécessaire à un emboutissage. Mais sa dureté le rend dangereux pour la conservation des bouches à feu, dont il doit user rapidement les cloisons, surtout s'il subit un léger gonflement par le choc au départ. En outre, l'enveloppe d'acier se fragmente généralement mal et donne une dispersion souvent irrégulière, au moment de l'explosion.

Le fer possède les mêmes qualités que nous venons de reconnaître à l'acier, c'est-à-dire faiblesse de poids mort et sécurité provenant du procédé de fabrication par un travail de forge ou d'emboutissage. En outre, il n'use pas les cloisons de l'âme des canons, et il se fragmente mieux que l'acier au moment de l'explosion.

Le fer est donc le métal qui nous paraît actuellement le plus propre à la fabrication des enveloppes d'obus à balles. Cette opinion est aussi celle de M. Krupp, qui a fait récemment construire et tirer des shrapnels de campagne en fer forgé. (*Revue d'artillerie* de février 1879.)

4° *Position et poids de la charge intérieure de l'obus.* — La charge explosive de l'obus à balles peut occuper trois positions : à l'avant, à l'arrière, dans l'axe.

La charge était à l'avant dans nos anciens obus à balles de 4, de 8 et de 12. Cette disposition n'a qu'un avantage, c'est de rapprocher la charge de la fusée, et de donner ainsi moins de chances de ratés par non-transmission de feu. Mais cet avantage disparaît avec nos fusées actuelles, qui contiennent toutes une chambre à poudre capable d'assurer la transmission du feu jusqu'au fond du projectile. Quant à l'inconvénient de la charge à l'avant, il consiste en ce que l'explosion de cette charge tend à diminuer la vitesse des balles. La diminution de vitesse due à cette cause a été mesurée pour les obus de 4 et de 12, et trouvée d'environ 25 mètres.

La charge placée à l'arrière a les propriétés caractéristiques suivantes :

Elle donne un enrochement faible de la poudre, parce que cette poudre se trouve logée dans une capacité de grand diamètre et de peu de hauteur. Elle ne contribue en rien à la dispersion des balles, puisque, théoriquement du moins, la vitesse propre qu'elle imprime à ces balles est dans le sens de la trajectoire, et s'ajoute à la vitesse tangentielle de l'obus. Mais pour que cela fût complétement exact, il faudrait admettre une charge parfaitement isolée

à l'arrière, et dont l'explosion serait déterminée par une fusée placée dans le culot, solution qui n'a jusqu'à présent été mise en service courant par aucune artillerie. Car si la fusée reste placée à la pointe de l'obus, il faut un canal central de communication entre cette fusée et la charge placée à l'arrière. Or, les gaz qui se précipiteront dans ce canal et le feront éclater, imprimeront aux balles une vitesse de dispersion. Les Russes ont évité cet effet en formant leur canal central de communication d'un tube en fer assez épais pour ne pas éclater, mais cette solution donne une augmentation de poids mort.

On verra plus tard que nous ne considérons pas la dispersion comme un inconvénient, bien au contraire. Quant aux autres avantages, plus réels, de la charge placée à l'arrière, c'est-à-dire la diminution de l'enrochement, et l'augmentation de vitesse tangentielle des balles, ils ne peuvent être acquis qu'au prix de sérieux inconvénients, car il faudra donner à toutes les parois de la chambre à poudre une très grande résistance pour supporter les efforts du tir et de l'inertie du massif des balles. Cette résistance ne pourra être obtenue que par de fortes épaisseurs de parois qui entraîneront des complications de construction, et en outre une augmentation sensible du poids mort.

Nous croyons, par conséquent, que la position la plus commode et la plus avantageuse à adopter pour la charge d'explosion, est la position centrale dans l'axe de l'obus. Le fort enrochement qui en résultera sera un inconvénient contre lequel il faudra prendre des précautions, tant pour éviter la déchirure de la chambre à poudre, que pour faciliter l'inflammation instantanée dans toute sa hauteur de cette poudre enrochée. Mais les précautions à prendre dans ce but sont simples et faciles. La position de la chambre à poudre dans l'axe du projectile aura en outre pour effet d'augmenter la dispersion des balles, et par deux causes différentes. D'abord, chaque balle prendra ainsi une vitesse d'explosion perpendiculaire à la trajectoire. Puis, la cham-

bre à poudre centrale prend la place de balles qui se trouveraient sur l'axe de rotation du projectile ou dans le voisinage immédiat de cet axe, et qui, par conséquent, n'auraient point de vitesse de dispersion due à la force centrifuge. Mais, comme nous l'avons déjà dit, et comme nous chercherons à le montrer dans un instant, cette dispersion, loin d'être un inconvénient, est un avantage que nous cherchons à nous procurer.

Quant au poids de la charge explosive, il a été l'objet, dans les divers systèmes d'obus à balles essayés, d'opinions et par conséquent aussi de solutions très-diverses. On a fait varier ce poids, depuis la limite inférieure strictement nécessaire pour assurer l'explosion de l'obus, jusqu'à la limite supérieure compatible avec l'organisation de l'obus, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on ait mis dans la capacité intérieure de ce projectile le poids maximum de poudre, comprimée ou non, qu'elle était susceptible de recevoir.

Nous sommes partisan déclaré d'une forte charge intérieure, pour les raisons que voici :

Nous avons déjà insisté sur la puissance, dont est douée l'artillerie de campagne actuelle, d'agir efficacement à de grandes distances, sous la condition unique de pouvoir observer et régler les résultats de son tir. Or, l'observation des résultats du tir consiste à repérer le point d'explosion des obus percutants ou fusants. Pour que ce point d'explosion soit visible à de grandes distances, il faut que cette explosion se traduise par un fort jet de flamme ou de fumée ; il faut donc une forte charge intérieure.

Nous avons signalé, parmi les quatre causes qui influent sur la régularité apparente d'une fusée fusante, la variation du temps que met à brûler la charge intérieure de l'obus depuis le moment où elle commence à s'enflammer, jusqu'au moment où elle détermine l'explosion. On remarque en effet des différences sensibles pour la régularité dans le tir d'une même fusée, suivant la nature du projectile qui en est armé. Une forte charge intérieure possède, à

ce point de vue, l'avantage de provoquer une explosion plus spontanée et moins sujette à de petites variations, surtout si l'on organise cette charge de manière que son inflammation se produise instantanément sur toute sa hauteur.

Une violente explosion d'obus, outre les facilités qu'elle donne pour observer et régler le tir, produit un effet moral considérable sur les troupes contre lesquelles elle est dirigée, et cet effet moral n'est pas à négliger.

Reste à examiner les effets matériels, et à voir dans quelle mesure ces effets matériellement destructeurs sont influencés par une forte charge intérieure dont le résultat immédiat est d'augmenter l'angle de la dispersion de la gerbe des balles. Nous arrivons ainsi à la discussion de la forme de cette gerbe, question que nous avons déjà plusieurs fois rencontrée sur notre chemin, et qui, parmi les cinq questions que nous nous sommes proposé d'examiner successivement, est peut-être la plus délicate à traiter.

5° *Angle de dispersion et portée de la gerbe d'éclatement.* — Lorsqu'un obus à balles fait explosion et déchire son enveloppe pour répandre sa mitraille intérieure, chacun des éléments de cette mitraille part dans une direction et avec une vitesse qui sont la résultante de trois vitesses composantes, perpendiculaires entre elles.

1° La vitesse restante tangentielle du projectile qui est commune à tous ses éléments, et qui est dirigée suivant la tangente à la trajectoire de l'obus;

2° La vitesse de rotation qui, pour chaque élément, est dirigée perpendiculairement au rayon de l'obus aboutissant à cet élément, et est proportionnelle à ce rayon;

3° La vitesse due à l'explosion de la charge intérieure que l'on peut considérer comme étant pour chaque élément, dirigée dans le sens du rayon aboutissant à cet élément.

Nous parlons ici pour le cas d'une charge centrale, car, dans le cas d'une charge antérieure ou postérieure, cette

vitesse d'explosion devrait être décomposée en deux parties dont l'une dans le sens du rayon, et l'autre en sens opposé de la vitesse tangentielle ou dans le même sens que cette vitesse.

Il résulte de là, qu'au moment de l'explosion, chaque balle de l'obus part dans une direction et avec une vitesse différentes, pour suivre désormais une trajectoire particulière. Le faisceau de toutes ces trajectoires, partant d'un point commun qui est le point d'explosion, constitue ce qu'on appelle la gerbe d'éclatement. Il est évident qu'à son origine, cette gerbe a pour enveloppe extérieure un cône droit à base circulaire ayant pour axe la tangente à la trajectoire de l'obus, à cause de la coïncidence de cette tangente avec l'axe de l'obus, et de la symétrie de l'obus autour de son axe. L'angle au sommet de ce cône droit sera donc l'angle total d'ouverture de la gerbe à son origine, et peut servir de mesure à la dispersion des éclats.

Nous remarquerons d'abord que, pour un même obus, cet angle de dispersion varie avec la distance d'éclatement, car, parmi les trois vitesses composantes dont il vient d'être question, deux sont indépendantes de la portée. Ce sont, la vitesse d'explosion et la vitesse de rotation de l'obus qui reste sensiblement constante pendant tout le trajet du projectile dans l'air. L'autre vitesse, au contraire, c'est-à-dire la vitesse restante tangentielle du projectile, va constamment en décroissant jusqu'à un minimum qu'elle atteint vers la portée de 5 500 mètres pour augmenter ensuite. L'angle de dispersion d'un même projectile ira donc constamment en augmentant jusque vers 5 500 mètres. Aussi, pour fixer les idées, nous adopterons une distance moyenne de combat, que nous fixerons à 2 500 mètres et, quand nous parlerons de l'angle de dispersion d'un projectile, il sera entendu qu'il s'agira de l'angle de dispersion à cette distance d'éclatement de 2 500 mètres. Il sera également convenu qu'il s'agira d'un éclatement fusant, car, pour un éclatement percutant, l'angle de dis-

persion variera encore avec le ralentissement éprouvé par l'obus à son point de chute, et, par conséquent, avec la nature du terrain.

On voit déjà, par la nécessité où nous sommes de poser ces conventions préalables, combien l'étude de la forme des gerbes est une recherche difficile, puisque, dès son origine et pour un même obus, la gerbe est soumise à autant de causes de variations. On ne peut donc pas songer à entreprendre cette recherche pour toutes les variétés d'obus qui sont actuellement en expérience. Mais lorsqu'un de ces modèles d'obus aura été adopté, il sera indispensable de faire cette étude sur cet obus, et de se rendre compte exactement de la répartition des balles sur le terrain, car c'est seulement en sachant bien où vont les balles que l'on pourra régler ensuite le tir de manière à envoyer ces balles sur l'ennemi. Or, cette recherche expérimentale présente dans la pratique de très grandes difficultés. Pour les parties de la gerbe voisines du sommet, on peut tirer l'obus à une charge qui lui donne une vitesse initiale égale à sa vitesse restante, l'armer d'une fusée Demarest, le faire percuter sur une planchette à sa sortie du canon, et recevoir toutes les balles sur un écran vertical de dimensions convenables. Mais, à mesure que l'on s'éloigne du sommet de la gerbe, ce procédé devient rapidement impraticable à cause des grandes dimensions qu'il faudrait donner à l'écran. On est obligé de recourir à des relevés sur le terrain, comme on l'a fait à Calais, en 1872, pour l'étude des gerbes des obus à balles de 4, de 8 et de 12. Mais, si le terrain est raboteux et couvert de végétation, on ne retrouve pas les balles. S'il est très uni et nu comme la plage de Calais, les balles font un grand nombre de ricochets qui brouillent tous les résultats. Nous pensons qu'on pourrait avantageusement employer pour cette étude un procédé usité en Russie, qui consiste à faire ces relevés sur un sol couvert d'une couche épaisse de neige. Les balles font dans cette neige des trous bien visibles, et s'y

enfoncent sans ricocher. Dans certaines saisons et dans certaines localités de la France, on pourrait trouver des terrains qui se prêteraient à ce genre d'expériences, dont on recueillerait des renseignements fort utiles.

Quoi qu'il en soit, et n'ayant pas pour le moment ces renseignements à notre disposition, nous allons chercher à y suppléer par quelques considérations déduites d'une hypothèse simple. Nous supposerons que la gerbe d'éclatement se confond pendant assez longtemps avec un cône droit, et que, dans ce cône droit, la densité de la gerbe est homogène, c'est-à-dire que les balles sont toujours réparties régulièrement et proportionnellement à la surface sur les sections droites de ce cône.

Cette hypothèse n'est pas exacte, mais elle n'est pas très-éloignée de la vérité pour les petits intervalles d'éclatement [1], et elle nous permettra de calculer par des procédés géométriques élémentaires, des nombres qui donneront un corps à nos idées et qui pourront servir de base à la discussion.

Parmi les variétés d'obus qui sont en expérience, les angles de dispersion varient de 14° à 60°, et cet énorme

---

[1] Nous appelons, suivant l'usage reçu, intervalle d'éclatement la distance qui sépare le point d'éclatement du but sur lequel on vise, et nous désignerons par I cet intervalle d'éclatement. Nous désignerons par R le rayon de la section droite du cône correspondante à cet intervalle I et par α l'angle total d'ouverture du cône. Nous supposerons qu'on tire sur une ligne de panneaux de 2 mètres de hauteur et de longueur indéfinie, perpendiculaire à l'axe du cône qui aboutit ainsi à leur centre, à 1 mètre au-dessus du sol. Soit L la longueur de panneaux comprise dans le cône, F le nombre de files correspondant à la longueur L. Soit N le nombre total des balles de l'obus, n le nombre des balles reçues de plein fouet par la longueur L de panneaux, f le nombre des files touchées par ces balles, on déduit immédiatement de ces données les formules suivantes :

$$L = 2R$$

$$F = 4R \text{ en exprimant R en mètres}$$

$$R = I \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha$$

$$n = \frac{N \times 2L}{\pi R^2} = \frac{4.N}{\pi} \cdot \frac{1}{R} = \frac{4N}{\pi} \cdot \frac{1}{I \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

Quant au nombre de files touchées, f, il sera égal à F tant que F sera plus petit que n, et il sera égal à n quand n deviendra plus petit que F.

Ce sont ces formules qui ont servi à calculer les tableaux qui servent de base à la discussion.

écart suffit à montrer combien l'opinion est peu faite à cet égard. Nous étudierons donc comparativement les angles de dispersion de 14°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, et, pour fixer les idées, nous raisonnerons sur un obus qui donne par son explosion 300 balles ou éclats.

Nous allons comparer dans un premier tableau, les longueurs de panneaux battues, et le nombre total de balles qui arriveront de plein fouet dans ces panneaux.

Tableau n° 1.

I	α = 14°		α = 20°		α = 30°		α = 40°		α = 50°		α = 60°	
	L	N	L	N	L	N	L	N	L	N	L	N
mètres	mètr.		mètr.		mètr.		mètr.		mètr.		mètr.	
5	1,2	300	1,8	300	2,7	283	3,6	212	4,7	163	5,8	132
10	2,0	300	3,5	218	5,5	139	7,5	102	9,5	80	11,5	67
15	3,5	218	5,0	153	8,0	95	11,0	69	14,0	55	17,5	43
20	4,5	169	7,0	109	10,5	73	14,5	53	18,5	41	23,0	33
25	5,5	139	9,0	85	13,5	57	18,0	42	23,5	33	29,0	26
30	6,5	118	10,5	73	16,0	48	22,0	35	28,0	27	34,5	22
35	8,0	95	12,0	64	18,5	41	25,5	30	32,5	23	40,5	19
40	9,0	85	14,0	55	21,5	35	29,0	26	36,5	21	43,0	16
45	10,0	76	16,0	48	24,0	32	32,5	23	41,0	19	52,0	14
50	11,0	69	17,5	43	27,0	28	36,5	21	46,5	16	57,5	13
60	13,5	57	21,0	36	32,0	24	43,5	18	56,0	14	69,5	11
70	16,0	48	24,5	31	37,5	21	51,0	15	65,5	11	81,0	10
80	18,0	42	28,0	27	43,0	18	58,0	13	74,5	10	92,5	8
90	20,0	34	31,5	24	48,0	16	65,5	11	84,0	9	104,0	7
100	24,5	31	35,5	21	53,5	14	73,0	10	93,0	8	115,5	6
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
150	37,0	21	53,0	14	80,0	9	109,0	7	140,0	5	173,0	4
200	49,0	16	72,0	11	107,0	7	145,0	5	186,0	4	231,0	3
250	61,0	12	88,0	9	134,0	6	182,0	4	233,0	3	288,0	3
300	74,0	10	105,0	7	161,0	5	218,0	3	280,0	3	346,0	2

Nous tirerons de ce tableau cette première conséquence, que les résultats du tir de plein fouet (nous parlerons plus tard des effets obtenus par ricochets) fournis par les intervalles d'éclatement supérieurs à 100 mètres, sont tellement faibles qu'ils peuvent et doivent être négligés. Nous limiterons donc notre étude des gerbes à une longueur de 100 mètres ; et nous sommes d'autant plus autorisés à le

faire que nous avons admis, dans la première partie de ce travail, que nos appareils fusants donnent à une même distance tous les éclatements dans 100 mètres de longueur. On doit donc supposer comme première approximation du réglage du tir fusant, que l'on fera éclater tous les projectiles dans les 100 mètres qui se trouvent en avant du but. Ces projectiles pourront, par une chance heureuse et exceptionnelle, produire encore quelques bons résultats au delà de 100 mètres ; mais il nous paraît ressortir nettement des nombres portés au tableau ci-dessus, que l'on ne doit pas faire entrer ces résultats en ligne de compte, ni chercher à les obtenir. Ce serait gaspiller des munitions que l'on peut employer d'une manière beaucoup plus avantageuse.

Nous tirerons de ce tableau une deuxième conséquence, en comparant entre elles les longueurs de front battues pour un même intervalle d'éclatement. Nous avons supposé l'axe du cône dirigé sur le centre des panneaux à moitié de leur hauteur, ce qui revient à supposer le tir réglé avec une exactitude mathématique. Mais examinons les conséquences que produiront des variations de hauteur d'éclatement sur une même verticale. Une variation de hauteur égale à la moitié du front battu déplacera la gerbe, verticalement et parallèlement à elle-même, d'une quantité égale aussi à la moitié de la longueur du front. Prenons pour exemple l'intervalle d'éclatement de 30 mètres qui semble, *à priori*, devoir donner d'excellents résultats sur les panneaux. Pour la gerbe de 14° d'ouverture, la longueur du front battu est de $6^{m},5$. Donc un obus qui éclatera à 30 mètres en avant des panneaux, et à une hauteur supérieure de $3^{m},25$ à la hauteur théorique d'éclatement, ne mettra pas une seule balle dans les panneaux. Toute la gerbe passera au-dessus de ces panneaux.

Pour obtenir un pareil résultat avec la gerbe de 60° d'ouverture, il faudrait une erreur de $17^{m},25$ dans la hauteur d'éclatement de l'obus, c'est-à-dire une erreur de

beaucoup supérieure à celles que l'on peut attendre des variations ordinaires du tir.

Les différences qui ressortent de cette comparaison seraient encore bien plus accusées si, au lieu de raisonner sur des panneaux debout et à découvert, on supposait des panneaux couchés et surtout des panneaux abrités derrière un obstacle, car, dans ce dernier cas, il est évident que plus l'angle d'ouverture de la gerbe sera grand, c'est-à-dire plus la direction des éclats se rapprochera de la verticale, et plus on aura de chances de toucher des troupes abritées derrière un obstacle.

Donc la gerbe ouverte remédie mieux que la gerbe étroite aux erreurs de hauteur d'éclatement que peut donner le tir fusant, et augmente les chances d'atteindre des troupes couchées ou abritées derrière des obstacles.

La comparaison du nombre des éclats à la longueur du front battu peut nous fournir d'autres renseignements. Il est évident, par exemple, que pour l'intervalle d'éclatement de 30 mètres et pour la gerbe 14°, il est inutile de mettre 118 balles sur une longueur de front de $6^m,5$ qui ne représente que 13 files, en les supposant jointives. Mais les observations à faire à ce sujet ressortiront mieux du tableau suivant, qui met en présence, d'une part le nombre total F des files comprises dans le front battu, d'autre part le nombre f des files touchées par les balles arrivant de plein fouet.

Tableau n° 2.

I	α = 14°		α = 20°		α = 30°		α = 40°		α = 50°		α = 60°	
	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f	F	f
5	3	3	4	4	6	6	7	7	10	10	12	12
10	4	4	7	7	11	11	15	15	19	19	23	23
15	7	7	10	10	16	16	22	22	28	28	35	35
20	9	9	14	14	21	21	29	29	37	37	46	33
25	11	11	18	18	27	27	36	36	47	33	58	26
30	13	13	21	21	32	32	44	35	56	27	69	22
35	16	16	24	24	37	37	51	30	65	23	81	19
40	18	18	28	28	43	35	58	26	73	21	92	16
45	20	20	32	32	48	32	65	23	82	19	104	14
50	22	22	36	36	54	28	73	21	93	16	115	13
60	27	27	42	36	64	24	47	18	112	14	139	11
70	32	32	49	31	75	21	102	15	131	11	162	10
80	36	36	56	27	86	18	116	13	149	10	185	8
90	40	38	63	24	96	16	131	11	164	9	208	7
100	49	31	71	21	107	14	146	10	186	8	231	6

Ce tableau nous montre qu'il y a un maximum de files touchées qui est exactement le même quelle que soit l'ouverture de la gerbe, mais qui s'obtient à un intervalle d'éclatement différent pour chaque ouverture de gerbe. Ainsi, pour la gerbe de 14°, le maximum d'effet est obtenu vers un intervalle d'éclatement de 90 mètres, tandis que pour les gerbes de 40° à 60° ce même maximum de files touchées sera obtenu pour un intervalle d'éclatement de 20 mètres à 25 mètres. Il y a là un premier avantage pour la gerbe ouverte ; car, toutes choses égales d'ailleurs, les balles de cette dernière auront plus de vitesse et de pénétration à 25 mètres que les balles de la gerbe serrée à 90 mètres.

Comparons maintenant entre eux, pour ce maximum de files touchées, les intervalles d'éclatement correspondants aux diverses gerbes, au point de vue du réglage du tir. Il faudrait, pour bien tirer avec des obus à gerbe de 14°, régler le tir fusant de telle façon que le point moyen d'éclatement fût à 90 mètres du but sur lequel on tire, et l'on

verra tout à l'heure qu'il faudrait encore augmenter cette distance pour tenir compte des ricochets. Mais cette règle nous semblerait être peu pratique, et introduire une complication inutile dans le réglage du tir, puisqu'on peut obtenir les mêmes résultats par des moyens plus simples.

Comment en effet dans la pratique réglera-t-on le tir fusant ?

Après avoir déterminé la direction et la portée par l'appareil percutant, on cherchera à déboucher l'évent convenable pour faire éclater les obus en l'air, le plus près possible du but. Puisque les fusées éclatent dans 100 mètres de longueur, le point moyen d'éclatement serait donc 50 mètres en avant du but, dans un tir bien réglé de manière à faire éclater tous les obus en l'air. Mais, comme on tiendra toujours à avoir quelques coups percutants, pour continuer à surveiller la portée et la direction, le point moyen d'éclatement se rapprochera du but, et en sera distant de 40 mètres environ. C'est ainsi, croyons-nous, que les choses se passeront en général, parce que c'est le procédé le plus simple et le plus naturel.

Or, pour un intervalle moyen d'éclatement de 30 à 40 mètres, ce serait, d'après le tableau n° 2, l'angle de dispersion de 30° à 40° qui serait le plus avantageux.

Mais remarquons que les tableaux 1 et 2 ne mentionnent que les balles arrivant de plein fouet dans la ligne de panneaux, et laissent, par conséquent, de côté, les résultats souvent importants que l'on peut obtenir par les ricochets d'une partie des balles de la gerbe. Prenons, par exemple, la gerbe de 30° d'ouverture à l'intervalle d'éclatement de 35 mètres. Elle donne (tableau n° 1) 41 balles dans les panneaux sur 300 balles que contient l'obus. Il reste donc 259 balles dont moitié passeront par-dessus les panneaux dans le demi-cône supérieur, et moitié toucheront le sol en avant des panneaux dans le demi-cône inférieur. Parmi ces 130 balles qui toucheront terre en avant des panneaux, et à moins de 35 mètres de distance, il y en aura un grand

nombre qui, dans des circonstances de terrain un peu favorables, iront toucher ces panneaux après ricochet. Il y a donc là une augmentation d'effet qui n'est pas négligeable. Mais, pour que cet effet soit réellement utile, il faut que ces ricochets qui se produisent dans l'intérieur de la gerbe, puissent atteindre des files qui ne soient pas déjà touchées par les balles venues de plein fouet. Dans l'exemple que nous avons choisi, cela ne se produirait précisément pas, puisqu'il n'y a que 37 files dans la gerbe (tableau n° 2) qui sont déjà touchées par les 41 balles venues de plein fouet. Toutes les balles provenant des ricochets seront donc perdues au point de vue de l'effet utile, puisqu'elles ne toucheront aucune file nouvelle.

Prenons au contraire la gerbe de 50° d'ouverture pour ce même intervalle d'éclatement de 35 mètres. Elle ne met que 23 balles de plein fouet dans les panneaux; mais les 138 balles qui auront touché terre en avant des panneaux pourront produire une augmentation considérable d'effet meurtrier, puisqu'il y a dans la gerbe un total de 65 files dont 42 n'ont pas été touchées de plein fouet.

On voit donc que les ricochets, dont l'effet pour ces petits intervalles d'éclatement est souvent très grand et ne peut pas être négligé, sont à l'avantage des gerbes très ouvertes. Ou bien, pour rendre la même idée sous une autre forme, l'action du ricochet doit faire augmenter notablement les intervalles d'éclatement qui, d'après le tableau n° 2, donneront le maximum d'effet utile. Ainsi, la gerbe de 50° qui, d'après le tableau n° 2, donnerait son maximum d'effet à 20 mètres ne le donnera probablement, à cause des ricochets, que vers 35 mètres ou 40 mètres. C'est précisément, d'après ce que nous avons dit tout à l'heure sur le réglage du tir, cette distance de 35 mètres à 40 mètres à laquelle on sera forcément conduit comme intervalle moyen d'éclatement. La gerbe à angle de dispersion de 50° à 55° étant celle qui, dans ces conditions,

donnera le maximum d'effet, c'est à cet angle de dispersion que nous donnerons la préférence.

Nous signalerons encore en faveur de cet angle un détail qui, dans certains cas, peut avoir des applications commodes. C'est que, pour l'angle de 50° à 55°, la longueur de front battu est égale à l'intervalle d'éclatement. On pourra ainsi, sur le terrain, se rendre compte simplement, et sans calculs, de l'effet sur lequel on peut compter.

On peut se demander pourquoi nous avons raisonné sur un obus contenant 300 balles ou éclats. Nous l'avons fait parce que nous avons vu, quand nous nous sommes occupé de la fragmentation, que ce nombre de balles ou de fragments est celui auquel on peut arriver avec le calibre de 90^{mm} qui est la base de notre armement de campagne. Les considérations dans lesquelles nous venons d'entrer, et les formules mises en note, montrent d'ailleurs que l'angle de dispersion à adopter doit augmenter ou diminuer, suivant que le nombre total des balles de l'obus augmente ou diminue.

Les avantages que nous avons reconnus jusqu'à présent à la gerbe ouverte sont relatifs au tir fusant, et nous avons dû nous engager dans une discussion assez minutieuse pour les faire ressortir. Il n'en est pas de même pour le tir percutant, dans lequel l'avantage de la gerbe ouverte est évident *à priori*. Ce n'est plus, en effet, une gerbe descendante qui vient frapper le but, c'est une gerbe remontante ayant pour sommet un point du sol placé à quelque distance en avant du but. Plus le faisceau sera étroit, plus il aura de chances de passer par-dessus le but sans le toucher. Les gerbes serrées n'atteindront donc les panneaux qu'à la condition de partir d'un point d'éclatement très-rapproché de ces panneaux; et, dans ce cas, puisque la gerbe est serrée, elles ne toucheront que très peu de files, en les criblant de balles, dont une grande partie sera ainsi inutile.

On peut faire, aux considérations qui précèdent, l'objection que nous avons choisi un but sans profondeur, de peu

de hauteur et d'une grande largeur, et que les résultats seraient tout différents si nous avions raisonné sur un but étroit et profond. Nous examinerons tout à l'heure le cas d'un but étroit et profond dans le sens du tir. Mais nous justifierons d'abord le choix du but tel que nous l'avons fait par les considérations suivantes :

L'objectif du tir de l'artillerie sur le champ de bataille sera toujours la ligne des feux de l'ennemi, pour deux raisons : d'abord, parce qu'il n'y aura généralement que cette ligne de feux qui soit visible par son feu même et sur laquelle il soit possible de régler son tir; puis, parce que c'est cette ligne de feux qu'il importe avant tout d'éteindre ou de faire rétrograder. Cette ligne de feux se compose des batteries de l'ennemi et de sa chaîne de tirailleurs, qui est actuellement la véritable ligne de combat de l'infanterie en ordre dispersé. Une batterie en position de tir (pièces, servants et avant-trains) a 25 mètres de profondeur; quant à la chaîne de tirailleurs, elle aura sans doute des sinuosités qui lui donneront un peu de profondeur sur certains points; mais cette profondeur ne dépassera jamais 30 mètres pour le champ de tir d'une même bouche à feu. La ligne de feux n'aura donc en réalité qu'une très faible profondeur; elle s'étendra indéfiniment en largeur et n'aura que peu de hauteur apparente. C'est donc bien le cas du but que nous avons choisi et ce choix se trouve ainsi justifié.

Quant aux renforts, aux soutiens et à la réserve de la chaîne de tirailleurs, ils seront généralement invisibles, soit parce qu'ils seront couchés, soit parce qu'ils seront dissimulés derrière des écrans naturels. Et, comme ils ne trahiront pas leur présence par leur feu, on ne pourra ni soupçonner leur emplacement, ni régler le tir qu'on dirigerait sur eux.

Si, par hasard, ces rassemblements ou d'autres sont visibles, on tirera probablement sur eux; mais, dès les premiers projectiles qu'ils verront arriver dans leur voisi-

nage, ils s'empresseront de se dissimuler; ou, s'ils ne peuvent le faire, de se déployer en ordre mince. Le but prendra donc encore dans ce cas la forme que nous lui avons assignée.

Examinons cependant le cas, exceptionnel à notre avis, dans lequel on aurait à battre un but profond, soit, par exemple, une colonne que des circonstances particulières empêcheraient de se déployer, soit un terrain invisible dans lequel on soupçonne la présence d'un rassemblement important. On appliquerait à ce cas particulier la même méthode générale qu'a toujours employée une batterie d'artillerie pour battre des buts d'une certaine étendue. Dans le cas général, on fait tirer toutes les pièces d'une batterie à la même hausse, chacune d'elles échelonnant son pointage en direction. Dans ce cas particulier, toutes les pièces de la batterie prendront le même pointage en direction et échelonneront leurs hausses. Chaque pièce tirant ainsi à 100 mètres, par exemple, plus loin que la pièce précédente, une batterie pourra battre un but de 700 mètres à 800 mètres de profondeur par des feux très efficaces, avec des obus à gerbe ouverte.

Nous ne voyons qu'un cas où la gerbe étroite puisse donner des résultats plus avantageux que la gerbe ouverte. C'est le cas où, par suite d'un défaut de réglage du tir, tous les obus éclateraient beaucoup trop court. Il est probable, en effet, que ce cas se présentera quelquefois; mais nous pouvons admettre que ce ne sera pas le cas général, et il ne serait pas rationnel de baser un système de projectiles sur une exception. Nous citerons d'ailleurs un exemple pour montrer que le tir des obus à gerbe ouverte peut varier en portée dans des limites assez étendues sans que ses résultats cessent d'être satisfaisants. La commission de Calais a tiré à 2000 mètres (15 février 1879, procès-verbal n° 31 de l'essai n° 286) 18 obus de 90^{mm} contenant chacun 250 fragments et ayant une gerbe d'ouverture de 55°, avec une hausse erronée à dessein et courte de

100 mètres à 150 mètres. Les obus étaient armés de fusées à double effet. Le premier rang de panneaux (le seul que nous considérions, parce que seul il représente pour nous le but pratique du tir) avait 40 mètres de longueur seulement sur 2 mètres de hauteur et comprenait par conséquent 80 files jointives. Ce rang de panneaux a reçu 400 éclats, dont 321 trous, 76 fortes empreintes et 3 faibles empreintes. Sur 80 files, il y en avait 78 touchées, et comme les files extrêmes ont été atteintes par plusieurs éclats, il est bien certain que, sur un développement plus grand de longueur de panneaux, le nombre des éclats reçus et des files touchées aurait été encore plus considérable. Mais ce tir a été exécuté par une seule pièce pointée en direction sur le centre des panneaux. Si, au lieu de cela, il avait été exécuté par une batterie de 6 pièces tirant chacune 3 coups sur une longueur de 300 mètres de panneaux, en échelonnant leur pointage en direction de 40 mètres en 40 mètres, on voit que le nombre des éclats reçus aurait encore été plus grand et que le nombre des files touchées aurait surtout été quadruplé ou quintuplé.

Nous n'avons pas choisi cet exemple; nous le citons parce qu'il est le seul essai qui ait été fait, du moins à notre connaissance, dans le but de vérifier quelle pouvait être l'influence sur le tir d'une erreur de portée commise dans le réglage de ce tir. Pour dire impartialement notre opinion, nous pensons qu'une bonne partie des résultats de ce tir est due aux facilités exceptionnelles que la plage de Calais offre aux ricochets.

Nous croyons avoir examiné dans cette discussion les principales considérations dans lesquelles on peut entrer au sujet de l'angle de dispersion des gerbes; et nous concluons que leur ensemble est en faveur d'un grand angle de dispersion, soit pour l'obus de campagne l'angle de 50° à 55°, dont nous résumerons ainsi les avantages :

Il est favorable au tir du combat moderne en ordre dispersé, parce que, pour les intervalles d'éclatement auxquels

on sera naturellement conduit, soit pour le tir fusant, soit pour le tir percutant, il disperse mieux sa mitraille, et permet de toucher un plus grand nombre de files. Il corrige dans une certaine mesure les erreurs que l'on peut commettre, soit dans la hauteur de l'éclatement fusant, soit dans la portée de l'éclatement percutant. Il augmente les chances de toucher un ennemi abrité derrière un obstacle naturel ou artificiel. Il permet enfin de donner pour le réglage du tir ce principe général plus simple que tout autre qu'on voudrait lui substituer : faire éclater ses projectiles le plus près possible en avant de la troupe sur laquelle on tire.

Le développement que nous avons donné à la discussion de l'angle de dispersion de la gerbe nous laisse peu de chose à dire relativement à la portée de cette gerbe. Nous avons en effet été conduit à reconnaître qu'il ne faut pas compter sur de bons résultats pour un intervalle d'éclatement supérieur à 100 mètres, et que cet intervalle moyen d'éclatement sera généralement de 40 mètres. Dans ces conditions, la portée totale de la gerbe devient un élément d'importance secondaire, car la gerbe d'un obus tiré de cette manière n'aura généralement pas de grandes portées moyennes qui supposeraient de grandes hauteurs d'éclatement. Nous admettrons donc simplement que les balles doivent rester meurtrières (quand elles arrivent de plein fouet) jusqu'à une distance de 250 mètres, de manière à pouvoir atteindre et inquiéter, même avec les coups courts de 100 mètres, les renforts de la chaîne de tirailleurs placés à 150 mètres. Ce but sera d'ailleurs parfaitement rempli par les quelques coups percutants que fournira toujours un tir bien réglé sur la chaîne, et dont la gerbe ira jusqu'à 400 mètres au moins. Quant aux soutiens placés à 500 mètres et à la réserve placée à 1 000 mètres de la chaîne, il ne faudra s'en préoccuper que pour tirer directement dessus s'ils avaient l'imprudence de se laisser voir. Mais, en général, ce seront au contraire ces troupes qui seront

obligées de venir s'exposer d'elles-mêmes au feu dirigé sur la chaîne, soit parce que cette chaîne faiblira sous l'effet de ce feu, soit parce qu'après une période plus ou moins longue de préparation à l'attaque, l'infanterie ennemie voudra passer à l'exécution de cette attaque. On en sera averti par l'augmentation du feu de la chaîne ou par son mouvement en avant. Ce sera le moment pour l'artillerie d'augmenter la rapidité de son feu préalablement réglé par un tir lent sur la chaîne, et de produire alors son maximum d'effets, pour obliger la ligne de combat de l'infanterie ennemie à rétrograder. Mais cette attaque de l'infanterie se prononcera rapidement, et sans laisser à l'artillerie le temps de régler son tir. Il est donc indispensable que ce tir ait été réglé d'avance sur la chaîne, pendant la période de préparation de l'attaque, pour qu'on puisse lui donner instantanément toute son intensité au moment de cette attaque.

Ces considérations nous semblent de nature à justifier l'importance secondaire que nous attachons à la portée de la gerbe, ou pour parler plus nettement, à la longue conservation de vitesse des balles et éclats d'un obus. Cependant, en tant que l'on pourra se donner le bénéfice de cette conservation de vitesse sans nuire à d'autres qualités plus essentielles de l'obus, il sera bon de le faire. Aussi, lorsque nous nous sommes occupé de la nature de la fragmentation, nous avons exprimé le désir qu'il entrât dans l'obus une certaine proportion de balles en plomb durci, qui conservent mieux leur vitesse que les éclats, soit dans le tir de plein fouet, soit dans les ricochets.

On obtiendra ainsi d'une partie de la gerbe ce que nous appellerons des effets supplémentaires sur lesquels il ne faudra pas compter et qu'il ne faudra pas chercher dans le réglage du tir, mais qui pourront néanmoins être utiles dans certaines circonstances. En outre, on donnera à la gerbe, par une fragmentation en trois échelons comme nous l'avons demandée, petits éclats, gros éclats, balles,

une dispersion en portée analogue à celle que nous cherchons en largeur, et on remédiera partiellement aux erreurs de réglage en portée que l'on peut commettre dans la pratique du tir.

Pour préciser nos idées à cet égard, nous dirons qu'on doit chercher à disposer ces trois séries de fragments dans l'obus de manière à leur donner une vitesse de dispersion différente, ayant une relation déterminée avec leur différence de portée. Ainsi, supposons qu'une section droite faite dans l'obus, ou, en d'autres termes, une galette de fragmentation, présente ces trois séries de fragments sous forme de trois couronnes concentriques, les petits éclats dans la couronne extérieure, les gros éclats dans la couronne intermédiaire, les balles dans la couronne intérieure ; par suite de la différence des effets de force centrifuge, la gerbe totale de fragmentation comprendra en réalité trois gerbes concentriques, à angles d'ouverture différents, et à portées moyennes échelonnées, que l'on peut régler de manière à correspondre aux distances moyennes des échelons de la ligne de combat. La gerbe extérieure, à angle le plus ouvert, comprendra les petits éclats, n'aura guère qu'une portée meurtrière de 150 mètres et ne produira que des effets directs sur le front de combat, dans les environs immédiat du point d'éclatement. La gerbe intermédiaire des gros éclats sera moins ouverte, ira plus loin, soit jusqu'à 250 mètres, et pourra ainsi, après avoir produit des effets directs sur le front de combat, donner encore des effets supplémentaires sur les renforts. Enfin, la gerbe intérieure, celle des balles, sera la plus étroite et la plus longue. On peut lui assigner une portée de 400 mètres à 500 mètres, et attendre ainsi d'elle, outre les effets directs produits sur le front de combat, des effets supplémentaires sur les renforts et jusque sur les soutiens.

Cette conception théorique ne semble pas présenter des difficultés insurmontables d'exécution pratique, surtout

avec le système de fragmentation en galettes dont nous avons parlé. Elle concilierait dans une juste mesure les effets principaux à obtenir sur le front de combat, et les effets supplémentaires à espérer sur les échelons postérieurs de la formation de combat.

Les idées que nous émettons ne sont pas universellement admises, et la preuve en est que, parmi les variétés d'obus à balles qui sont en essai, il s'en trouve pour la construction desquels on semble être parti de principes directement opposés aux nôtres. Il faut donc trancher les questions en litige par des expériences appropriées au but qu'elles ont pour objet. Nous avons indiqué déjà des procédés d'expérience ayant pour but de déterminer géométriquement et théoriquement la forme des gerbes. Les renseignements utiles que l'on pourra obtenir ainsi ne seraient pas suffisants; ils ont besoin d'être complétés par des tirs pratiques, se rapprochant le plus possible des tirs réels de combat, et donnant ainsi la mesure vraie des effets que l'on peut attendre de ces derniers. Or, notre procédé ordinaire d'expérimentation, pour les obus à balles, consiste généralement à les tirer sur quatre rangées successives de panneaux debout, ayant 40 mètres de front, et espacées en profondeur à 40 mètres l'une de l'autre. On cherche alors à mettre le plus de balles possible dans ces quatres rangées de panneaux; et, pour y arriver, on dirige le tir sur la deuxième rangée. Ce procédé d'expérience nous a été légué par une époque où le peu de justesse des canons et des fusées le rendait nécessaire, pour remédier à de grandes erreurs de portée et d'intervalles d'éclatement, et nous en avons conservé trop fidèlement la tradition. Mais cette disposition de panneaux n'a plus de raison d'être aujourd'hui. Elle ne correspond à aucune formation tactique, et ne permet de constater avec précision aucun des deux effets principaux que l'on veut chercher à obtenir. Veut-on constater des effets de front, il faut au moins 100 mètres de longueur des panneaux, puisque les intervalles

d'éclatement peuvent être de 100 mètres dans un tir bien réglé, et que, pour les obus à gerbe ouverte, la largeur du front est égale à l'intervalle d'éclatement. Veut-on constater des effets en profondeur, cette disposition de panneaux est encore vicieuse, parce que sa profondeur est insuffisante et ne correspond aux distances ordinaires, ni des renforts, ni des soutiens, ni des divers échelons d'une batterie. De plus, le trop grand rapprochement de ces rangées successives fait que les résultats fournis sur une rangée sont certainement altérés par ceux qui ont été fournis sur la rangée précédente.

Nous préférerions donc beaucoup voir adopter pour les expériences à faire sur les obus à balles, les dispositions de panneaux suivantes :

Une rangée de panneaux serait toujours double, c'est-à-dire, composée d'une ligne de panneaux couchés et d'une ligne de panneaux debout placés immédiatement derrière. Les résultats obtenus sur la ligne couchée et sur la ligne debout seraient toujours comptés à part, et ne seraient jamais additionnés entre eux. Ils servent à caractériser séparément les effets produits sur des troupes couchées et sur des troupes debout.

Pour constater des effets de front, on ne placerait qu'une seule rangée double, de 100 mètres de longueur pour une pièce tirant seule, et de 300 mètres de longueur pour une batterie dont les pièces échelonneraient alors leur pointage en direction à 40 mètres l'une de l'autre. Une batterie battrait ainsi le front de combat d'un bataillon.

Pour constater des effets en profondeur, on placerait, en arrière de la rangée précédente, d'autres rangées doubles, à une distance et sur un développement tels qu'elles puissent figurer les échelons sur lesquels on veut étudier les effets supplémentaires. Ainsi, en terrain découvert et plat, on placerait une première rangée double de 300 mètres de longueur représentant la chaîne des tirailleurs d'un bataillon ; à 150 mètres en arrière les renforts, représentés par

une rangée double de 25 mètres de longueur ; à 500 mètres en arrière les soutiens, représentés par une rangée double de 50 mètres de longueur. En terrain couvert ou accidenté, on placerait ces échelons à des distances variables suivant la nature et les accidents de terrains.

Dans tous les cas, on prendrait toujours pour objectif de tir la chaîne, c'est-à-dire la première rangée de panneaux, et on n'étudierait les résultats fournis sur les échelons postérieurs que comme effets indirects et supplémentaires.

On aurait ainsi des données presque certaines sur l'effet réel que l'on peut espérer produire sur un champ de bataille ; d'autant plus que l'on pourrait étudier, sur une pareille disposition de panneaux, les variations d'effet que peuvent produire des variations déterminées de portée et d'intervalle d'éclatement en plus et en moins.

Résumé et conclusions de la deuxième partie.

On n'est pas arrivé au terme de cette discussion sans avoir remarqué le fait principal qui s'en dégage et qui en domine tous les détails. C'est qu'il y a un antagonisme presque perpétuel entre les conditions d'organisation d'un obus à balles, suivant que l'on attache plus d'importance à ses effets en portée, c'est-à-dire en longueur dans la direction du tir, ou en dispersion, c'est-à-dire sur un front perpendiculaire à la direction du tir. Qu'il s'agisse en effet du nombre des fragments, de leur forme, de leur densité, de leur poids, de la position et du poids de la charge de poudre intérieure, de l'angle d'ouverture de la gerbe, on sera conduit pour ces diverses questions à des solutions différentes suivant qu'on se laissera guider par le désir d'agir surtout en profondeur, ou surtout en largeur sur le développement d'un front. L'un et l'autre de ces deux effets différents ont chacun leur importance particulière ; et s'il était possible de les concilier dans une solution commune qui donnât en même temps complète satisfaction à chacun

d'eux, cette solution réunirait immédiatement tous les suffrages. Mais cette solution n'est pas trouvée, et ne nous paraît pas pouvoir l'être dans l'état actuel de nos connaissances. Il ne faut donc pas se dissimuler la nécessité où l'on se trouve, de faire un choix entre les deux principes, de donner à celui qu'on aura choisi une importance capitale, et, sans négliger entièrement l'autre, de ne lui laisser qu'une importance secondaire et subordonnée à celle du premier. La décision que l'on prendra à cet égard fera cesser la confusion et l'incohérence qui se produisent actuellement, non-seulement dans les diverses variétés d'obus à balles qui sont proposés et mis à l'essai, mais aussi dans les procédés d'expérimentation qui leur sont appliqués.

Nous avons nettement accusé notre opinion personnelle sur l'importance capitale que nous attribuons aux effets à produire sur le front de combat. Nous avons cherché à justifier cette opinion par la nature du combat moderne en ordre dispersé; par la nécessité où l'on se trouvera de prendre pour objectif de tir la seule ligne visible par ses feux, c'est-à-dire la chaîne de tirailleurs; par la considération que cette chaîne, renforcée successivement par ses échelons postérieurs, sera à l'instant décisif la vraie ligne de combat sur laquelle le tir aura dû être réglé et repéré d'avance, pour pouvoir développer instantanément toute son efficacité. Outre ces considérations tactiques, nous avons invoqué à l'appui de notre opinion des raisons techniques déduites des progrès considérables que l'on a réalisés récemment dans la justesse des canons, dans la régularité des fusées, et dans les procédés pratiques de réglage du tir. Par une étude détaillée de la nature des gerbes, nous avons montré que l'efficacité du tir atteint son maximum avec des obus à gerbe assez ouverte pour que le front battu par une pièce soit de 40 mètres, pour l'intervalle moyen d'éclatement de 40 mètres, auquel on sera forcément conduit dans la pratique du réglage du tir. On arrive ainsi à battre

efficacement avec une batterie de six pièces un front de 300 mètres, soit le front de combat d'un bataillon. Mais ce front de 300 mètres représente un maximum que l'on peut réduire à volonté en échelonnant son pointage en direction, quand on y trouve son avantage. Nous avons même montré qu'en passant à la limite, c'est-à-dire au pointage à direction fixe et à hausse échelonnée, une batterie peut battre efficacement, en cas de besoin, un espace de 100 mètres de largeur sur 800 mètres au moins de profondeur. Entre ces deux limites extrêmes, la batterie peut varier à volonté son tir, et passer par tous les degrés intermédiaires, en échelonnant judicieusement les directions et les hausses de ses pièces. Enfin, après avoir ainsi assuré, avant tout, l'effet principal sur le front, nous avons cherché à conserver la possibilité d'obtenir ce que nous avons appelé des effets supplémentaires en profondeur, et indiqué les moyens d'y arriver par une fragmentation variée en forme, en poids et en disposition intérieure.

Si ces principes sont admis, on peut résumer de la manière suivante les conditions auxquelles devra satisfaire un obus à balles :

Un poids efficace de 50 à 75 p. 100 de son poids total.

Un nombre de fragments variables avec le calibre, que nous fixerons entre 250 et 300 pour le calibre de 90^{mm}.

Une fragmentation variée en poids, en forme et en disposition intérieure des balles ou éclats, de manière à composer la gerbe totale de gerbes concentriques et échelonnées en portée, l'angle d'ouverture de ces gerbes partielles diminuant à mesure que leur portée augmente.

Un angle d'ouverture total de la gerbe variable avec le nombre des éclats, et que nous fixerons aux environs de 50° pour les obus de campagne.

Une charge intérieure centrale suffisante pour obtenir cet angle d'ouverture, et pour fournir de fortes explosions visibles à de grandes distances.

Une enveloppe extérieure en fer mince et doux, facile

à disloquer par l'explosion et incapable d'user les cloisons du canon.

Enfin, un méplat antérieur de 55 millimètres de diamètre et un filetage d'œil de 30 millimètres que nous avons reconnus nécessaires à l'organisation d'une bonne fusée à double effet.

CONCLUSION GÉNÉRALE.

Si, dans un avenir prochain, nos coffres sont garnis d'obus à balles armés de fusées à double effet, les uns et les autres satisfaisant aux conditions principales que nous avons indiquées, le mode d'action et les effets de l'artillerie sur les champs de bataille seront modifiés dans des proportions telles, que l'expérience des dernières guerres pourrait difficilement en donner une idée. L'armement de l'infanterie a peu gagné en efficacité depuis 1870; l'artillerie, au contraire, a réalisé des progrès considérables dans la portée et la justesse de ses canons, dans l'efficacité meurtrière de ses fusées et de ses projectiles. Il n'est donc pas téméraire d'affirmer que l'ancienne proportion des hommes mis hors de combat respectivement par l'une et par l'autre arme, sera considérablement modifiée à l'avantage de l'artillerie.

Cet avantage sera d'autant plus prononcé que l'on aura mieux profité des loisirs de la paix pour étudier et pour posséder les règles pratiques de tir particulières à ces nouveaux engins, et propres à leur assurer leur maximum d'efficacité. Nous avons indiqué sommairement quelques-unes de ces règles que nous avons déduites *à priori* de considérations théoriques. Mais ce ne peut être qu'une première approximation très insuffisante, destinée uniquement à servir de point de départ aux études sérieuses et nombreuses que l'on entreprendra dans le cours pratique de tir, dans les commissions d'expériences, et dans les écoles à feu annuelles des brigades d'artillerie. Nous lais-

sons donc à qui de droit le soin si important d'arrêter et de poser ces règles de tir pour les circonstances usuelles de la guerre, et nous nous contenterons d'appeler l'attention sur deux observations d'une portée générale :

La première est que l'artillerie aura plus que jamais un intérêt de premier ordre à occuper des positions dominantes, car c'est ainsi seulement qu'elle peut étendre son champ de vision, et par conséquent son champ d'action. On peut dire aujourd'hui que partout où elle peut voir et observer son tir, l'artillerie peut agir efficacement.

La deuxième est que l'infanterie a un intérêt de premier ordre à ne pas se laisser voir, car, partout où elle sera vue, elle pourra être battue par un feu efficace d'obus à balles, bien au delà de la distance de 2 000 mètres que le règlement du 12 juin 1875 assigne comme la limite maximum de l'emploi efficace de ces projectiles, qui formeront bientôt la base de nos approvisionnements.

Ces deux considérations sont peut-être de nature à modifier dans une certaine mesure les principes qui régissent actuellement nos formations tactiques.

A. Mercier,
Colonel d'artillerie.

L'ARTILLERIE RUSSE

en 1880.

(Extraits de la *Revue militaire de l'étranger*.)

(*Suite*[1].)

Commandement de l'artillerie dans les corps d'armée.

Le commandant de l'artillerie d'un corps d'armée est nommé par décret impérial : en temps de paix, sur la proposition du grand-maître de l'artillerie ; en temps de guerre, sur la proposition du commandant de l'artillerie de l'armée. Il est placé sous les ordres directs du commandant du corps d'armée ; mais dépend en même temps, en paix, du commandement de l'artillerie de la circonscription militaire, et, en guerre, du commandant de l'artillerie de l'armée.

En *paix*, dans son corps d'armée, ses droits et ses pouvoirs sont ceux d'un commandant de division. Il veille à la répartition de ses effectifs, hommes et chevaux ; à l'entretien de son matériel, à l'approvisionnement de ses munitions. Il a la charge et la responsabilité de l'instruction spéciale complète des troupes de son arme.

Le programme de tous les travaux pratiques de l'année est arrêté par lui, et soumis à l'approbation du commandant de corps d'armée.

Il correspond avec la direction générale de l'artillerie par l'intermédiaire du commandant de l'artillerie de la circonscription militaire, et transmet, par cette voie, les propositions de toute nature intéressant le personnel sous ses ordres.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome XVI, p. 5, avril 1880.

En *guerre*, le commandant de l'artillerie doit assurer constamment les approvisionnements en munitions et en matériel. Il doit au commandant du corps d'armée les renseignements les plus précis sur la situation de l'artillerie.

L'artillerie divisionnaire restant pendant tout le combat à la disposition du commandant de division, le commandant de l'artillerie du corps d'armée n'en peut disposer; il n'est fait d'infraction à cette règle que sur un ordre spécial du commandant du corps d'armée. Après le combat, il a le devoir de compléter les approvisionnements dépensés, en même temps que le droit de faire des propositions en faveur du personnel de son arme.

Il existe actuellement dix-neuf corps d'armée en Russie, dont dix-sept en Europe et deux au Caucase; le corps d'armée comprend en général deux ou trois divisions d'infanterie et une division de cavalerie, les unes et les autres avec leur artillerie (1).

(1) Après la guerre russo-turque, la composition des différents corps d'armée a été rétablie sur le pied normal et mise en rapport avec la dislocation des troupes sur le territoire de l'Empire.

Il résulte de là que les corps d'armée sont actuellement composés de la manière suivante :

CORPS d'armée.	DIVISIONS d'infanterie.	DIVISIONS de cavalerie.
De la garde	1re, 2e et 3e de la garde	1re et 2e de la garde.
Des grenadiers	1re, 2e et 3e de grenadiers	14e.
1er	22e, 24e, 37e	1re.
2e	25e, 26e, 27e	2e.
3e	28e, 29e	3e.
4e	16e, 30e	4e.
5e	7e, 8e	5e.
6e	4e, 6e, 10e	6e.
7e	13e, 34e	7e.
8e	14e, 15e	8e.
9e	5e, 36e	9e.
10e	9e, 31e	10e.
11e	11e, 32e	11e.
12e	12e, 33e	12e.
13e	1re, 3e, 35e	13e.
14e	17e, 18e	1re de cosaques du Don.
15e	2e, 40e	
1er du Caucase	Grenadiers du Caucase, 38e	1re du Caucase.
2e du Caucase	39e, 41e	2e du Caucase.

On voit qu'il ne reste, en dehors de l'organisation normale par corps d'armée, que la 23e division d'infanterie stationnée en Finlande, et les 19e, 20e et 21e divisions stationnées au Caucase.

Quant à la cavalerie, toutes les divisions, sans exception, font partie de corps d'armée.

L'état-major de l'artillerie d'un corps d'armée a la composition suivante :

GRADES ET EMPLOIS.	GUERRE.	PAIX.
Commandant de l'artillerie : général-lieutenant	1	1
Adjudants supérieurs : officiers subalternes	2	2
Employé d'artillerie adjoint à l'adjudant supérieur	1	1
Secrétaires { première classe	2	2
Secrétaires { deuxième classe	2	2
Soldat du train	1	1
Ordonnances (*)	6	6
Train. { Voitures	1	1
Train. { Chevaux	4	»

(*) Le général a 3 ordonnances ; chaque officier ou assimilé en a 1.

Commandement de l'artillerie dans les divisions.

L'artillerie de campagne est entièrement répartie entre les divisions d'infanterie et celles de cavalerie : il n'existe pas d'artillerie de corps.

A chaque division d'infanterie correspond une brigade d'artillerie montée, qui est subordonnée au commandant de la division sous le rapport du service général, de la discipline et de l'instruction militaire d'ensemble. Cet officier général règle la marche de cette instruction d'ensemble, en tenant compte des besoins de l'instruction spéciale de l'arme.

Le *commandant de la brigade d'artillerie* a les attributions d'un chef de régiment. Lorsque la brigade fait partie de troupes organisées en corps d'armée, il relève du commandant de l'artillerie du corps d'armée ; si elle est attachée à une division, il est subordonné pour le service général, la discipline et l'instruction d'ensemble, au commandant de la division et, pour le service spécial, l'administration générale et le personnel, au commandant de l'artillerie de la circonscription militaire.

Les batteries à cheval régulières ne sont réunies en brigade que dans la garde [1]. Les divisions de cavalerie

[1] Avant la réorganisation de la cavalerie et de l'artillerie à cheval, effectuée en 1875, les batteries à cheval de la ligne étaient également groupées en brigades.

Le commandant de brigade avait les attributions d'un commandant de régiment. Chaque brigade était subordonnée pour le service général, la discipline et l'instruc-

de la ligne n'en sont pas moins pourvues de leur artillerie sur le pied de paix, à raison de deux batteries par division (1). Pour les manœuvres et le service de guerre, elles ont à leur tête le plus ancien des commandants de batterie. Une des batteries compte, en outre, dans son effectif, un personnel additionnel de fonctionnaires classés (médecin, vétérinaire et écuyer) et d'hommes de troupe dont le service s'étend aux deux batteries de la division.

Le commandant de batterie à cheval est subordonné au commandant de la division à laquelle est attachée la batterie; sous le rapport du service spécial de l'arme et de l'instruction, il relève du commandement d'artillerie de corps d'armée. Il a, par suite de sa situation, une partie des attributions des commandants de brigade, au point de vue des nominations, propositions ou engagements.

Le tableau ci-contre donne la composition des états-majors de brigades dans l'artillerie à cheval de la garde et l'artillerie montée active de l'armée d'Europe. Il contient aussi les états-majors des brigades d'artillerie montée de réserve destinées à former, sur le pied de guerre, l'artillerie des divisions d'infanterie de réserve et les dépôts dont il sera question dans la suite de cette étude.

---

tion d'ensemble, au commandant de la division de cavalerie. Pour le service spécial, l'administration et le personnel, la brigade était subordonnée au commandant de l'artillerie de la circonscription militaire dans laquelle se trouvait la division. La nouvelle organisation, décrétée par ukase du 17/29 août 1875, porta le nombre total des batteries à cheval de 23 à 29, réduisit le nombre des pièces de chacune de ces batteries de 8 à 6 et supprima les administrations des brigades d'artillerie à cheval de l'armée et de la réserve.

Cette transformation, nécessitée par la nouvelle organisation des divisions de cavalerie, eut pour but d'augmenter la cohésion entre la cavalerie et l'artillerie qui lui est affectée, et de donner à ces divisions l'indépendance qui leur est nécessaire, chaque division comprenant le nombre de batteries à cheval nécessaire pour faire face à toutes les exigences du combat. Chaque division se trouva ainsi avoir deux batteries, soit une proportion de 4 pièces $^1/_2$ pour 1 000 hommes.

Les administrations (ou états-majors) de brigade de l'artillerie à cheval ont été supprimées parce que l'accord entre l'action de deux batteries peut s'établir sans difficulté devant l'ennemi. Le commandant de la division de cavalerie les emploiera lui-même de la façon la plus convenable au but qu'il poursuit ou bien encore, s'il y a lieu, le plus ancien des deux commandants de batterie pourra recevoir le commandement des 12 pièces.

(1) Voir, pour plus de détails, l'étude sur la *Cavalerie russe en 1875* (*Revue militaire de l'étranger*, n° 297).

ÉTATS-MAJORS des brigades d'artillerie.	BRIGADES actives.		BRIGADES de réserve et de dépôt.			SIBÉRIE ORIENTALE.
	Artillerie à cheval de la garde.	Artillerie montée de la garde et de la ligne	Artillerie de réserve (pied de guerre).	Artillerie de réserve (pied de paix).	Artillerie de dépôt (pied de guerre).	
Commandant de brigade : général-major	1	1	1	1	1	»
Commandant de brigade : colonel	»	»	»	»	»	1
OFFICIERS INFÉRIEURS (1).						
Adjudant de brigade	1	1	1	1	1	1
Trésorier et quartier-maître (2)	1	1	1	1	1	1
Total	3	3	3	3	3	3
FONCTIONNAIRES CLASSÉS.						
Médecins de 1re classe	1	1	1	1	1	1
Médecins de 2e classe	1	1	1	1	1	»
Vétérinaire	1	1	1	1	1	»
Ecuyer (militaire ou civil) (3)	1	1	»	1	1	»
Instructeur pour les trompettes	1	»	»	»	»	»
Total	5	4	3	4	4	1
TROUPE.						
Trompette-major	1	1	1	1	1	»
Secrétaires (4) de brigade	2	2	1	2	2	1
Secrétaires (4) de 1re classe	2	2	1	2	2	1
Secrétaires (4) de 2e classe	2	2	1	2	2	1
Feldscher de 1re classe	1	1	1	1	1	»
Feldscher de 2e classe (5)	9	5	3	5	7	1
Feldscher pharmacien	1	1	1	1	1	»
Surveillants de malades	1	1	1	1	1	1
Chef armurier de 1re classe	1	»	»	»	»	»
Maître armurier	»	1	1	1	1	1
Soldats du train (6)	2	2	2	»	»	2
Ordonnances	12	10	10	10	10	6
Total de la troupe	34	28	23	26	28	14
CHEVAUX.						
Cheval de selle du trompette-major	1	1	1	1	1	»
Chevaux de trait (*voir plus loin*)	»	»	»	»	»	9

(1) Dans les brigades à cheval et montées de la garde il y a, comme officiers inférieurs, 2 capitaines en second et 1 lieutenant; dans les brigades des grenadiers de la ligne et du Turkestan, les capitaines en second et les lieutenants sont en nombre égal; il en est de même dans les brigades de réserve et de dépôt.
(2) Les brigades de la garde ont des quartiers-maîtres distincts.
(3) Les brigades du Turkestan n'en ont pas.
(4) Les brigades du Turkestan n'ont qu'un secrétaire de chaque catégorie.
(5) Il n'y en a que 3 dans la 1re brigade du Turkestan et 2 dans la 2e.
(6) Il n'y en a qu'un en temps de paix.

L'état-major de la 1re brigade d'artillerie montée de la garde compte en plus :

1 chef de musique,
1 musicien de 1re classe } ayant rang de sous-officier.
15 musiciens de 2e classe }
26 soldats } musiciens (1).
12 élèves }

Le train des états-majors de brigades actives se compose de (2) :

1 voiture pour le trésor et les archives (3);
1 fourgon médical (4).

Ces voitures sont attelées à quatre chevaux sur le pied de guerre. Il y a, en outre, dans ce cas, un cheval haut-le-pied. Sur le pied de paix on peut, lors des mouvements de troupes, affecter sept chevaux de trait aux états-majors de brigades pour atteler leur train.

Les brigades de réserve ont sur le pied de guerre le même train que les autres. En temps de paix, elles n'ont ni train, ni chevaux. Les brigades de dépôt n'en ont jamais.

On y a ajouté les états-majors des brigades d'artillerie montée de Turkestan et de la Sibérie orientale. Les troupes d'infanterie stationnées en Asie n'étant pas endivisionnées comme dans le reste de l'empire, la brigade d'artillerie ne correspond pas à une division d'infanterie, mais au territoire.

Troupes irrégulières. — Les batteries à cheval ne sont pas embrigadées chez les cosaques du Don : elles le sont, au contraire, chez les autres cosaques, les brigades em-

(1) Dix d'entre eux peuvent être des musiciens civils.

(2) Dans la brigade des grenadiers du Caucase, ainsi que dans les 19e, 20e, 21e, 38e, 39e et 41e, on se sert du train du modèle spécial affecté aux troupes du Caucase.

(3) Il n'y a qu'une voiture pour le trésor et les archives des deux brigades du Turkestan.

(4) Cette voiture, désignée en Russie sous le nom de *plate-forme de pharmacie*, a été décrite dans les notes d'un médecin militaire sur l'*Armée russe en campagne*. (Voir à ce sujet la *Revue militaire de l'étranger*, n° 462).

brassant l'ensemble des batteries d'un ou même de deux territoires cosaques, ainsi que cela a lieu pour le Kouban et le Térek.

Les états-majors de ces brigades sont composés comme l'indique le tableau suivant :

GRADES ET EMPLOIS.	KOUBAN ET TÉREK.	ORENBOURG.	TRANSBAÏKAL.
Commandant la brigade : colonel ou général-major	1	1	1 (1)
Adjudant de brigade	1	1 (2)	1
Trésorier	1 (3)	»	1
Trompette-major	1	»	1
Secrétaires de brigade	1	1	1
Secrétaires de 1re classe	1	1	1
Secrétaires de 2e classe	1	»	1
Ordonnances	»	2	4
Cheval de selle pour le commandant de brigade	»	1	»

(1) Au Transbaïkal, c'est un colonel ou un lieutenant-colonel.
(2) L'un d'eux est du grade d'*essaoul* (capitaine) et l'autre du grade de *sotnik* (lieutenant).
(3) Il est du grade de *sotnik* ou de *khorounji* (enseigne).

Commandement de l'artillerie dans les armées en campagne.

D'après la constitution du grand quartier général d'une armée russe en campagne, ce service réunit dans ses attributions le commandement de l'artillerie qui entre dans la composition de l'armée et les dispositions générales relatives à la fourniture, soit à l'armée, soit aux forteresses qui se trouvent sur le théâtre de la guerre, du matériel de l'artillerie qui leur est nécessaire.

Ce service est placé sous les ordres du commandant de l'artillerie de l'armée et comprend :

1° L'adjoint au commandant de l'artillerie ;

2° La chancellerie dirigée par l'adjoint et se subdivisant en section des opérations militaires et section d'administration ;

3° Le commandant des parcs d'artillerie ;

4° Les officiers à la disposition.

Indépendamment du service de campagne de l'artillerie, les services locaux d'artillerie des circonscriptions faisant partie du théâtre de la guerre, et ceux qui se trouvent au delà de la frontière, si toutefois il en est établi dans les pays occupés par l'armée, ressortissent au commandement de l'artillerie de l'armée.

Le *commandant de l'artillerie de l'armée* est choisi par le commandant en chef avec l'assentiment du grand-maître de l'artillerie et confirmé par un ordre de l'Empereur.

Il est immédiatement sous les ordres du commandant en chef; il lui transmet toutes les communications écrites par l'intermédiaire du chef d'état-major et fait en présence de ce dernier les rapports verbaux.

Il jouit des droits attribués au grand-maître dans les questions de personnel. Il ne peut avoir de commandement direct que sur des corps d'artillerie indépendants des corps d'armée, divisions et détachements, et ne peut faire de propositions, émanant de son initiative, qu'en faveur des officiers placés directement sous ses ordres ou qui se sont signalés sous ses yeux.

Dans les questions de matériel, il a les droits attribués au conseil de la guerre de circonscription.

Il passe des revues d'inspection ou en fait passer par son adjoint et par les officiers à la disposition.

Il a la haute direction de toute l'artillerie de l'armée et prend les mesures nécessaires pour que les troupes et les forteresses placées sous les ordres du commandant en chef soient pourvues, sans retard, de tout le matériel dont la fourniture incombe au service de l'artillerie.

Avant l'ouverture des hostilités, il reçoit du ministère de la guerre des indications :

1° Sur la composition et l'effectif des troupes d'artillerie et des parcs qui font partie de l'armée ;

2° Sur les forteresses qui sont placées sous l'autorité du commandant en chef ;

3° Sur les dépôts et approvisionnements de matériel

d'artillerie qui sont mis à la disposition du commandant en chef.

D'après ces renseignements et les indications générales qui lui sont données par le commandant en chef, il établit et présente à ce dernier :

1° Un rapport relatif; *a*) au nombre de bouches à feu, d'affûts, de caissons, d'armes portatives et autres objets du matériel de l'artillerie qu'il faudra réunir sur des points désignés, en sus des approvisionnements faits auparavant par le ministère de la guerre, pour subvenir aux besoins de l'armée; *b*) au nombre et à la composition des ateliers mobiles d'artillerie, des parcs mobiles et volants d'artillerie, des parcs d'artillerie à cheval qui doivent faire partie de l'armée; à la composition de la réserve de première ligne de l'artillerie, et à celle du parc de voitures de réquisition, s'il est nécessaire d'en créer un; *c*) au nombre et à l'approvisionnement des dépôts de première ligne; *d*) à la mesure dans laquelle il est possible de compter sur les ressources du pays, pour compléter les approvisionnements de l'armée en matériel d'artillerie et en munitions; *e*) au nombre et à la nature des objets de matériel qui manquent dans les forteresses; à la désignation de ceux qu'il est plus commode de se procurer sur les lieux, et de ceux, au contraire, qu'il faut demander à la direction générale de l'artillerie;

2° Le calcul détaillé des sommes qui seraient nécessaires pour couvrir les dépenses complémentaires du service de campagne de l'artillerie en temps de guerre.

Le commandant de l'artillerie prend les dispositions nécessaires pour que les troupes et les établissements d'artillerie soient pourvus d'armes, de cartouches, de projectiles, etc., il prévoit et prévient les besoins qui peuvent se produire, et veille à ce que les approvisionnements soient reconstitués au fur et à mesure des distributions.

Il participe à l'établissement des projets faits par le

chef des ingénieurs (1) relativement au siège des forteresses; il détermine le nombre des pièces et la quantité de munitions nécessaires à cet objet. Il assiste aux inspections qui sont passées par le commandant en chef en personne ou, sur l'ordre de ce dernier, par le chef d'état-major.

Il se tient, durant le combat, près du commandant en chef et ne se met personnellement à la tête des batteries que dans le cas où le commandant en chef lui donne l'ordre de réunir, sur un point, des masses considérables d'artillerie.

Les forteresses qui se trouvent dans le rayon des opérations militaires, en ce qui concerne l'artillerie, dépendent complétement du commandant de l'artillerie.

L'*adjoint au commandant de l'artillerie* a les mêmes droits qu'un chef de direction dans les commandements de circonscription. En cas de maladie ou d'absence, il remplace son chef, à moins que le commandant de l'armée n'ait pris des dispositions spéciales à cet égard. Durant le combat, il se tient près du commandant de l'artillerie.

Le *commandant des parcs d'artillerie* a sous ses ordres immédiats la réserve de première ligne de l'artilierie, l'atelier mobile d'artillerie et, en général, tous les établissements du service de l'artillerie attachés à l'armée, ainsi que les parcs autres que ceux des corps d'armée, des divisions et des détachements. A l'égard de ces derniers, son action se borne à surveiller leur état de conservation, il reçoit d'ailleurs, des commandants de ces parcs, des renseignements détaillés sur le personnel et le matériel.

Les *officiers à la disposition* peuvent être chargés de l'ins-

---

(1) On sait qu'en Russie, le service du génie comprend deux branches distinctes : 1° l'état-major du génie et les établissements techniques ; 2° les troupes du génie (sapeurs, pontonniers, détachements de chemins de fer, de télégraphes, etc.). Le service de l'état-major et des établissements techniques est fait par le *corps des ingénieurs*, qui se recrute parmi les 30 premiers officiers de la liste de sortie de l'Académie du génie Nicolas. Les autres officiers sortants sont affectés aux corps de troupes du génie, où ils servent à côté d'officiers d'autre provenance. Chacun de ces deux corps d'officiers a un avancement spécial.

pection des troupes et de l'armement, du commandement temporaire de corps ou établissements de l'artillerie, etc.

Voici la composition normale des états-majors du commandement de l'artillerie d'une armée et du commandement des parcs de munitions :

Commandement de l'artillerie d'une armée.

Commandant de l'artillerie : général-lieutenant ou général de l'artillerie	1
Adjoint au commandant de l'artillerie : général-major ou général-lieutenant	1
A la disposition : Général-major	1
— Officier supérieur	1
— Officiers inférieurs	3
Adjudants supérieurs, chefs de section : officiers supérieurs	2
Adjoints aux adjudants : officiers inférieurs ou employés d'artillerie	4
Teneur de livres	1
Adjoint au teneur de livres	1
Commis expéditeur	1
Trésorier et exécuteur	1
Secrétaires : 1re classe	2
— 2e classe	3
— 3e classe	3
Soldat du train	1
Ordonnances	26
Chevaux du train (une voiture) (1)	4

État-major des parcs de munitions.

Commandant des parcs : général-major ou général-lieutenant	1
Adjudant supérieur : officier inférieur ou supérieur	1
Adjoint à l'adjudant : officier inférieur	1
Employé d'artillerie	1

(1) Cette voiture ne constitue qu'une partie du train du commandement de l'artillerie; le reste est compris dans le train affecté à l'ensemble des services qui entrent dans la composition du quartier général d'armée.

Secrétaires de 1re classe	3
— 2e classe.	3
Soldats du train	2
Ordonnances	7
Chevaux du train (une voiture pour le trésor et les archives).	4

Direction de l'artillerie sur les derrières des armées.

Les relations entre les armées et le territoire sont assurées au moyen de la *Direction des communications militaires de l'armée d'opérations et des troupes sur ses derrières.* Ce service, dont l'organisation a été décrite par la *Revue militaire de l'étranger,* est régi par un règlement provisoire qui date de 1877.

A la direction des communications militaires, ressortissent les troupes faisant partie de l'armée d'opérations et stationnées sur ses derrières ou en marche dans le rayon d'action de cette direction ; les approvisionnements militaires et les convois réunis dans cette zone ou la traversant; toutes les communications sur les derrières de l'armée. Différentes sections ou directions se répartissent le service : la direction de l'artillerie administre les magasins locaux, les parcs et approvisionnements sur les derrières de l'armée, et assure le transport à l'armée du matériel et des approvisionnements d'artillerie, elle est même chargée de les fournir aux troupes en cas de nécessité.

Pendant la guerre turco-russe, le directeur du service de l'artillerie sur les derrières de l'armée était le général-major commandant l'artillerie de forteresse à Kiev.

(*A suivre.*)

EXPÉRIENCES

SUR LES

PRESSIONS DANS LES CANONS DE FUSIL

PAR LE COLONEL RUSSE

KALAKOUTSKY

(*D'après un Mémoire de l'auteur*)

(PL. IV.)

Première partie.

Lorsque le fusil Berdan du calibre de $10^{mm},7$ fut adopté, en 1869, par le gouvernement russe, les usines de ce pays n'avaient jamais eu à fabriquer de canons de fusils en acier. Le colonel Kalakoutsky fut chargé de faire les expériences nécessaires pour qu'on pût déterminer les épreuves de réception qu'il y avait lieu d'imposer aux canons qui seraient livrés par ces usines.

Les expériences dont le détail est l'objet de la première partie du travail de l'auteur, ont porté sur :

Des aciers des usines de Perm, Oboukhoff et Zlataoust ;

Des aciers fondus français, préparés par le procédé Martin;

Des aciers fournis par le fabricant prussien Berger ;

Des aciers fournis par les différentes usines anglaises.

Il s'agissait avant tout de déterminer la valeur des aciers. On voulait que la pression ne dépassât pas 1 850 atmosphères.

Après avoir essayé des balles cylindriques d'un diamètre moindre que celui de l'âme, essai infructueux, parce que ces balles s'arrêtaient dans l'âme, quelles que fussent les précautions prises, et qu'il y avait gonflement ou rupture du canon, on tira des balles qui avaient 4 cein-

tures transversales. La partie médiane de la balle était de $0^{mm},75$ moins large que le canon. Elles réussirent convenablement.

On a employé une charge de $10^{gr},10$ de poudre russe ordinaire à fusil et une balle de $48^{gr},2$, ce qui correspond à peu près à une charge et une balle de poids double, chacune, du poids de la cartouche réglementaire. C'est la charge d'épreuve qui avait été employée en Amérique pour éprouver les canons de fusil Berdan, que la Russie y avait commandés.

Un appareil Rodman, placé à 127 millimètres du fond de l'âme, indiqua une pression moyenne de 2100 atmosphères.

Pour comparer les aciers des diverses usines, on tira avec chaque canon deux coups de fusil.

Le premier avec un poids de poudre de $10^{gr},4$, et un poids de balle de $48^{gr},2$.

Le deuxième avec un poids de poudre de $15^{gr},4$ et un poids de balle de $48^{gr},2$.

199 canons ont été ainsi éprouvés; parmi eux, huit ont éclaté.

Les usines de Zlataoust ont donné 2 p. 100 d'éclatement;

Les usines de Perm ont donné 3,3 p. 100 d'éclatement;

Les aciers français Martin ont donné 4 p. 100 d'éclatement;

Les usines d'Oboukhoff ont donné 6,2 p. 100 d'éclatement;

Les usines prussiennes Berger ont donné 6,4 p. 100 d'éclatement.

Après ces épreuves préliminaires, on tira pour chaque espèce d'acier :

1° Cinq coups avec un poids de poudre de $20^{gr},25$ et un poids de plomb de 72 grammes;

2° Cinq coups avec un poids de poudre de $25^{gr},25$ et un poids de plomb de 96 grammes;

3° Cinq coups avec un poids de poudre de 30gr,30 et un poids de plomb de 120 grammes;

4° Cinq coups avec un poids de poudre de 35gr,30 et un poids de plomb de 144 grammes;

5° Cinq coups avec un poids de poudre de 40gr,50 et un poids de plomb de 167 grammes;

La longueur totale du canon était de 890 millimètres; dans la dernière série, le chargement occupait plus de 83 p. 100 de la longueur du fusil. On voulait ainsi avoir de fortes pressions le plus près possible de la bouche.

Sur les 124 canons éprouvés, 17 (13 p. 100) ont éclaté.

Le p. 100 pour les différentes usines est:

Acier de Zlataoust.	0;
— de Perm.	12,5;
— français Martin	16,6;
— d'Oboukhoff	22,5;
— prussien Berger.	28;

D'après l'auteur, les qualités mécaniques et chimiques de ces aciers sont tout à fait en rapport avec les p. 100 indiqués ci-dessus.

En 1871, ces épreuves de 25 coups par canon ont été rendues réglementaires.

Le colonel Kalakoutsky fait remarquer que ces épreuves n'étaient que le résultat d'un empirisme réel, puisqu'il n'avait pas encore été fait d'expériences suffisantes pour déterminer les pressions dans l'âme.

Deuxième partie.

Les premiers fusils de petit calibre avaient été mis en commande en Amérique; ce pays avait en même temps fourni les cartouches métalliques chargées avec de la poudre américaine.

D'un autre côté, transitoirement, on avait transformé, en Russie, les anciens fusils de gros calibre à chargement par la bouche en fusils à chargement par la culasse avec car-

touche à douille métallique, et pour leur chargement on s'était servi de l'ancienne poudre à fusil russe dont l'emploi dans ces fusils de gros calibre avait paru, d'après un certain nombre d'expériences, assez satisfaisant.

Pendant ce temps, les usines russes s'étaient mises au courant de la fabrication aussi bien des fusils de petit calibre que des cartouches métalliques. Mais lorsqu'on en vint, vers l'année 1875, à la mise en service des armes de petit calibre et de leurs cartouches chargées avec la poudre à fusil russe, on remarqua que cette poudre donnait fréquemment des échappements de balle. Les balles sortaient très-irrégulièrement de l'âme et tombaient à quelques pas du tireur ; elles perçaient des trous très-allongés dans les écrans en carton que l'on plaçait devant le fusil. Elles subissaient un allongement de 1,5 à 2 fois leur longueur ; les empreintes des rayures étaient peu nettes ; quelques lots de cartouches donnaient jusqu'à 30 p. 100 d'échappements.

Des expériences particulières montrèrent que ces échappements étaient dus à la poudre. Le colonel Kaigorodoff proposa alors une nouvelle poudre à grains de $0^{mm},38$ à $0^{mm},76$.

On reconnut en même temps qu'il était nécessaire de déterminer rationnellement les épreuves réglementaires à imposer aux canons de fusil. Les expériences furent confiées au colonel Kalakoutsky et font l'objet de la deuxième partie de son travail.

Le colonel Kalakoutsky pensait que les pressions auxquelles on devait soumettre les canons de fusil ne devaient pas dépasser beaucoup les pressions qui se produisent dans les conditions de tir réglementaires. Toutefois elles doivent leur être supérieures, afin de se mettre en garde contre les élévations accidentelles de pression qui peuvent se produire dans le service soit par suite des hasards de la fabrication courante, soit par suite de la concomitance de phénomènes accidentels. Il estime, d'après les épreuves

mécaniques, que l'acier russe pour canons de fusil supporte sans difficulté des pressions variant de 2 500 à 3000 atmosphères.

Des expériences particulières dans le détail desquelles il est inutile d'entrer ont démontré que, dans le fusil Berdan, avec la cartouche à douille métallique, la pression la plus élevée est à $53^{mm},5$ de la tranche de culasse, à la naissance de la balle. La nature de la poudre et les circonstances particulières de l'inflammation influent sur la valeur de la pression maximum qui peut monter, dans certains cas, jusqu'à 2 600 et 2 800 atmosphères.

Par suite, il paraît inutile, dans les épreuves de réception, d'aller au delà de 3 200 atmosphères. Si on employait des pressions plus élevées on risquerait sans utilité de dépasser la limite d'élasticité du métal.

En outre, pour découvrir les défauts du métal, il faut soumettre toutes les parties du canon à des pressions décroissantes, à partir du point où elle est maximum. Une épreuve hydraulique serait difficile à installer pour une fabrication courante, et elle diffère trop par sa nature statique des pressions dues à la détente des gaz de la poudre.

Si l'on se contentait d'éprouver le canon au point où la pression est maximum, les pressions qui se produisent vers la bouche du canon dans cette épreuve seraient trop faibles pour garantir la bonne fabrication de cette partie de l'âme. En Russie, depuis plusieurs années, on soumet à des épreuves hydrauliques des tuyaux pris dans les lingots destinés à servir à la fabrication des canons. On a reconnu qu'il fallait une pression d'au moins 1 000 à 1 200 atmosphères pour reconnaître les fissures et autres défauts grossiers du métal.

S'il s'est produit des surchauffements de métal dans la fabrication, il en résulte seulement une diminution plus ou moins forte dans la valeur du coefficient d'élasticité, ce qui n'a pas d'importance pour les pressions qui se produisent vers la bouche.

En résumé, le colonel Kalakoutsky s'est proposé pour but de soumettre les canons de fusil à une pression de 3 000 à 3 200 atmosphères dans les parties qui avoisinent la culasse, et à une pression de 1 000 à 1 200 atmosphères dans les parties qui avoisinent la bouche.

Détail des expériences : Pour la détermination des pressions on a employé l'appareil Rodman de préférence au crusher. On a pensé que la nature particulière de chaque cylindre de cuivre du crusher jouait un trop grand rôle dans le chiffre donné par l'appareil pour que les résultats pussent être facilement comparables.

Le canon était muni de 10 appareils Rodman, comme le montrent les figures 1 à 9 de la planche IV.

La distance de chaque appareil, au fond de la culasse, est indiquée dans chacun des tableaux de résultats.

L'appareil n° 1 est au fond, à 19^{mm} de la tranche de culasse. La longueur de la tige est exactement de 19^{mm}.

L'appareil numéroté zéro est à 52^{mm} de la tranche de culasse, le poinçon se trouve à $12^{mm},7$ du fond du canon.

Quand on enflammait la charge par l'arrière, l'appareil n° 1 était remplacé par une vis de culasse.

Quand on enflammait la charge par le côté, c'est l'appareil 0 qui était remplacé par une vis de culasse avec lumière.

Les pistons des appareils Rodman jouaient dans des cylindres vissés dans le canon.

Un manchon serrait ces appareils contre le canon.

Les pressions étaient déterminées par la comparaison des longueurs des marques imprimées sur une plaque de cuivre par les poinçons des appareils Rodman, d'abord, quand le piston était pressé par la détente des gaz et ensuite quand il était soumis à l'action d'une presse à levier. On a trouvé plusieurs fois, sur les plaques de cuivre, deux marques à la suite d'un seul tir. Dans ce cas on prenait la plus grande empreinte comme indiquant la valeur de la plus haute pression.

La balle employée pour les épreuves était cylindrique

avec des ceintures annulaires. On plaçait une bourre en feutre sur la charge et une sur la balle ; on refoulait la balle et la charge par trois coups de baguette chacune.

Le feu était mis soit avec une étoupille (la lumière étant préalablement remplie de pulvérin), soit au moyen d'un courant d'induction.

La longueur du canon était :

Depuis la tranche de culasse 914^{mm},4;

— le fond de l'âme 895^{mm},3;

Le diamètre extérieur était à la tranche de culasse 27^{mm},42 ; à la bouche 20^{mm},32.

Les expériences furent faites avec la poudre russe ordinaire, d'après les méthodes russe, américaine, belge, anglaise, suisse, autrichienne et aussi avec la poudre à gros grains du colonel Kaigorodoff. Le canon de fusil était lisse. Le feu se mettait par l'arrière ; dans un certain nombre d'expériences on a employé un courant d'induction.

Pour donner une idée des résultats, avant de les discuter, on a transcrit ci-après les résultats de trois séries d'expériences.

Série B. *Poudre d'Ochta* (*russe à fusil ordinaire*).

Pressions en atmosphères.

Numéros des appareils Rodman.	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Distance de ces appareils au fond en mill.	12,7	32,9	58,4	109,2	160	261,6	363,2	496,8	638	790,4	Poids de la charge, 45 gr. 4. — balle, 47 gr. 72 Longueur totale du chargement avec bourres, = 251 mill. 5. Feu par l'arrière.
1er coup . . .	5 162	4 060	2 900	2 100	4 027	1 235	800	271	82	234	
2e coup . . .	4 400	3 060	2 200	2 220	2 950	1 270	818	238	135	427	
3e coup . . .	3 870	3 185	2 646	1 850	2 900	1 500	562	170	138	162	
Moyenne..	4447	3435	2582	2 005	3 322	1 335	737	226	118	276	

Série Da. *Poudre belge.*

Numéros des appareils.	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Distance au fond en mill.	12,7	32,9	58,4	109,2	160	261,6	363,2	496,8	638	790,4	Poids de la charge, 25 gr. 2. Longueur de la charge, 306 mill. 35. Poids de la balle, 44 gr. 12. Longueur de la balle, 60 mill. 2. Longueur totale avec bourres, 369 mill. 81. Mise de feu par l'arrière.
1er coup . . .	4 261	4 000	3 067	3 000	2 600	5 850	2 000	1 900	598	791	
2e coup . . .	3 685	3 350	2 712	2 750	2 700	5 540	1 826	927	261	241	
3e coup . . .	4 004	3 628	2 687	2 640	1 911	4 726	2 018	1 180	274	405	
Moyenne . .	3 983	3 659	2 822	2 796	2 414	5 373	1 948	1 335	377	379	

Série Vd. *Poudre Kaigorodoff (charge quadruple, balle quadruple).*

Numéros des appareils.	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Distance au fond en mill.	12,7	32,9	58,4	109,2	160	261,6	363,2	496,8	638	790,4	Poudre, fabrication courante de 1878. Poids de la charge, 20 gr. 26. Longueur de la charge, 250 mill. 7. Poids de la balle, 95 gr. 41. Longueur de la balle, 127 mill. Longueur totale, 381 mill. Mise de feu électrique à travers la culasse.
1er coup. . .	2 843	1 530	1 515	1 860	2 800	1 600	925	414	323	210	
2e coup. . .	1 710	1 390	1 760	1 680	2 000	1 255	550	240	113	225	
3e coup. . .	1 950	2 206	950	1 640	1 616	1 147	375	328	200	150	
Moyenne. .	2 168	1 709	1 405	1 726	2 139	1 334	616	327	212	195	

Le résultat d'ensemble des épreuves est fourni par le tableau suivant :

ÉPREUVES.		MOYENNE des pressions maxima.	DISTANCE au fond.	Les PRESSIONS de 1 000 atm. se font sentir jusqu'à une distance du fond égale à	MÊME DISTANCE en % de la longueur.	PRESSION minimum.	POIDS de la charge.	POIDS de la balle.	LONGUEUR totale du charg.
		atm.	mill.	mill.		atm.	gr.	gr.	mill.
Poudre ordinaire russe employée avec la méthode	russe	2 401	160	160	18	78	10,13	47,72	111,76
	(2 coups).	4 477	12,7	261,6	29	82	15,4	47,72	254,5
	américaine.	2 570	58,4	160	18	57	10,62	52,92	205,9
	belge	5 373	261,6	408,8	55	241	25,2	44,12	369,81
	(2 séries).	2 924	109,2	160	18	127	10,09	44,12	195,6
	anglaise	3 629	32,95	160	18	115	11,375	38,39	207,77
	(2 séries).	2 424	109,2	160	18	95	7,64	38,39	149,41
	suisse	3 285	12,7	160	18	137	12,175	38,39	216
	autrichienne	2 063	109,2	160	18	110	6,93	48,52	152,4
	de l'auteur.	4 125	12,7	261,6	29	173	20,26	47,72	316
Poudre Kaigorodoff à gros grains. . .		2 733	12,7	406,8	55	250	20,26	47,72	316

Les résultats sont représentés graphiquement par les figures A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, K′ des diagrammes I.

Le colonel Kalakoutsky estime, comme il a été dit plus haut, qu'il faut au moins une pression de 1 000 atmosphères sur toute la longueur du canon pour qu'on puisse le considérer comme éprouvé. Or, dans ces épreuves, sauf trois cas, la pression de 1 000 atmosphères ne se fait sentir que jusqu'à 18 p. 100 de la longueur du canon; la poudre est trop vive.

Au contraire, la poudre Kaigorodoff à gros grains de $0^{mm},76$ à $1^{mm},27$ ne convient pas au tir de guerre du Berdan, elle est trop lente; mais au point de vue spécial des épreuves, elle donne des résultats meilleurs que la poudre ordinaire. La pression de 1 000 atmosphères va jusqu'à 55 p. 100 de la longueur et la pression minimum monte à 250 atmosphères.

Si on voulait entrer plus complétement dans cette voie, on serait amené à tirer la poudre Kaigodoroff avec une charge de $42^{gr},65$ et une balle du poids de $47^{gr},72$. Mais

alors la plus grande partie de la charge ne serait plus comburée.

Dans les tableaux ci-dessus, on voit pour la même section transversale des pressions très-différentes. Dans le premier tableau, par exemple, à la distance de $12^{mm},7$, il y a entre le premier et le troisième coup dans les pressions observées une différence de 1292 atmosphères.

Le colonel Kalakoutsky s'exprime ainsi à ce sujet : « Les expériences ont été faites avec tout le soin imagi- « nable et les appareils employés sont universellement « admis en principe. »

Il s'en réfère pour l'explication de cès différences de pression aux remarques du capitaine Noble dans ses recherches sur les substances explosives : « Lorsqu'on fait « usage d'une poudre à combustion vive, les produits de « la combustion de la portion comburée dans le premier « instant sont projetés avec une très-grande vitesse à tra- « vers les interstices de la charge ou entre la charge et les « parois de l'âme. A la rencontre d'une résistance quel- « conque, la force vive de ces produits est convertie de « nouveau en pression, ce qui cause les pressions anor- « males sur lesquelles nous avons attiré l'attention. Nous « avons assez clairement la preuve que, quand cette réac- « tion locale intense se produit, les gaz sont dans un état « d'agitation violente, qu'ils passent comme des vagues « perturbatrices des pressions de l'arrière à l'avant, et re- « passent de l'avant à l'arrière d'un bout de la charge à « l'autre, enfin, que cette fluctuation dure parfois pendant « tout le temps que le projectile est dans l'âme. »

En 1878, la poudre ordinaire à fusil a été remplacée par la poudre du colonel Kaigorodoff à grains de $0^{mm},38$ à $0^{mm},76$; cette poudre est progressive, plus lente et plus dense.

Le colonel Kalakoutsky a fait avec cette poudre une nouvelle série d'expériences (Diagrammes IV) en augmentant les poids de la charge et de la balle.

TABLEAU.

Tableau des pressions en atmosphères.

expériences.	numéros des appareils.	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	POIDS	
	Distance au fond en millim.	12,7	32,9	58,4	109,2	160	261,6	363,2	496,8	638	790,4	de la charge. Poudre Kaigorodoff.	de la balle.
I	Pressions.	1780	1405	456	977	1650	133	216	205	255	287	double	double
II		1654	1565	1780	1 649	1484	1 147	649	355	376	212	triple	double
III		1919	1769	1384	1 422	1442	1 909	429	704	243	244	quadruple	double
IV		1735	1768	1497	1 713	1803	1 206	694	473	294	402	triple	triple.
V		2168	1709	1405	1 725	2139	1 334	616	327	212	195	quadruple	quadruple

Les figures I, II, III, IV, V des diagrammes IV sont la représentation graphique de ces résultats.

Le colonel Kalakoutsky en déduit que si l'on veut arriver à des pressions de 3 000 atmosphères, il faut augmenter le poids de la balle. Mais, d'un autre côté, pour augmenter l'étendue des pressions suffisantes, c'est le poids de la charge qu'il faut augmenter.

On serait ainsi conduit à des longueurs de charge inadmissibles.

On a essayé alors de déplacer le point d'ignition de la charge.

Les courbes A et A‴, et K et K″ (Diagrammes II) montrent l'influence de ce déplacement. (Les courbes pointillées correspondent à la mise de feu par l'arrière.)

On voit que le maximum des pressions s'élève et que les pressions suffisantes se rapprochent de la bouche.

Il en est de même quand le feu est communiqué par un courant d'induction (figures A′ et A^{iv}). (Les tirs ont été faits avec la poudre à fusil ordinaire.)

Avec la poudre Kaigorodoff, à gros grains de 0^{mm},76 à 1^{mm},27, les résultats ont été inverses. Figures K′ et K‴ (Diagrammes II).

Avec la poudre Kaigorodoff de 0^{mm},38 à 0^{mm},76 on trouve :

Pressions en atmosphères.
Charge triple. — Balle de poids double.

MISE DE FEU.	MOYENNE des pressions maxima.	DISTANCE au fond.	POINT-LIMITE des pressions suffisantes.	DIAGRAMME VI, courbes nos
	atm.	mill.	mill.	
Par l'arrière.	1 780	58,67	261,87	II
Par le côté à 0mm,75 du fond	1 918	0	376,2	VI
— à 53mm,67 —	2 379	0	376,2	VII
— à 160mm,00 —	3 179	33,27	261,87	VIII

On voit que les pressions maxima s'élèvent et que la limite de ces pressions marche vers la bouche.

Mais si on compare les tirs faits avec une charge quadruple et une balle de poids double (figures III et IX, Diagrammes VI), on retrouve la même anomalie qu'avec les courbes K' et K'''.

La mise de feu par le côté produit une diminution de la pression maximum.

Des résultats des expériences faites avec la mise de feu électrique, il est résulté seulement ce fait, c'est qu'avec les poudres lentes le procédé employé pour la communication même du feu a peu d'influence.

Tirs faits en laissant des espaces vides dans le chargement. — Les expériences précédentes n'avaient pas donné de résultats complets. Le colonel Kalakoutsky les a complétées par une série d'expériences du plus haut intérêt, qui l'ont amené à une conclusion précise.

Il a effectué une série de tirs en laissant des vides dans le chargement.

1er groupe. — *Poudre ordinaire à fusil.*

Avec une balle de poids double, une charge double, les pressions montent de 2 200 à 4 230 atmosphères, quand on laisse derrière la balle un espace vide de 241 millimètres, la longueur totale du chargement étant de 417 milli-

mètres (figure O, Diagrammes VII). Le vide est double de la charge (en volume).

Si on laisse un vide égal à 3 fois, 4 fois, 6 fois $^1/_2$, 6 fois $^1/_4$ le volume de la charge, on obtient les résultats figurés en P,R,S,T (Diagrammes VII).

Les maxima des pressions s'éloignent toujours du fond de l'âme ; ils diminuent de valeur à partir du premier.

On peut donc déplacer pour ainsi dire à volonté les maxima des pressions.

Il était nécessaire de répéter ces expériences avec la poudre Kaigorodoff, c'est l'objet du deuxième groupe d'expériences, dans lequel les résultats sont encore plus frappants.

2e groupe. — *Poudre Kaigorodoff de* 0mm,38 à 0mm,76.

	Longueur de l'âme en arrière de la balle.	Pressions en atmosphères. 1er maximum. Pressions	1er maximum. Distance au fond.	2e maximum. Pressions	2e maximum. Distance au fond.
Charge double . . . . . Balle double	120,7 (a)	1 780	12,7	1 680	160
	241,3	2 837	12,7	2 070	160
				2 560	261,6
				3 156	261,6
	362,2	1 839	12,7	2 971	363,2
	482,6	828	12,7	1 493	496,8
Charge triple . . . . . Balle double	187,2 (a)	1 634	12,7	1 780	58,4
				6 466	261,6
	381	3 126	12,7		
				7 290	363,2
	571,5	1 286	32,95	2 686	496,8
	762	1 555	109,2	1 116	790,4
Charge quadruple. . . . . Balle double	250,7 (a	1 219	12,7	1 909	261,6
	508	2 642	12,7	7 025	496,8
	762	983	12,7	2 490	638,5

(a) Il n'y a pas d'espace vide entre la charge et le fond.

	CHARGE.	BALLE.	DENSITÉ de chargement	DISTANCE AU FOND.										
				12,7	32,95	58,40	109,20	160	261,6	363,2	496,82	638,05	790,4	
1er tir. .	quadruple.	double.	normale. .	1 919	1 769	1 384	1 422	1 442	1 909	429	704	243	244	PRESSIONS.
2e tir. .	double. . .	id. . .	id. . . .	2 837	2 238	1 333	1 458	1 690	1 565	324	242	391	409	
3e tir. .	triple . . .	id. . .	triple. . .	963	1 286	924	1 139	456	586	1 337	2 686	181	192	
4e tir. .	id. . . .	id. . .	quadruple.	744	615	688	1 555	390	257	118	854	952	1 116	
Pression la plus élevée dans chaque section.				2 837	2 238	1 384	1 555	1 690	1 909	1 337	2 686	952	1 116	

Les pressions énormes de 7 000 atmosphères faisaient gonfler le canon, arrachaient les tiges des appareils et faisaient éclater les manchons.

Le tableau de la page 214 montre qu'on obtient vers le fond des pressions de 3 000 atmosphères et vers la bouche des pressions suffisamment fortes.

Aussi, le colonel Kalakoutsky présente l'ensemble des quatre tirs inscrits dans le tableau précédent comme type permettant de reconnaître la qualité des canons :

Si on éprouve chaque canon par ces quatre tirs, on voit que les pressions maxima seront de 2 800 atmosphères et qu'on aura une pression de 1 000 atmosphères jusqu'à 790 millimètres du fond.

Le colonel Kalakoutsky ne s'est pas encore considéré comme satisfait de ces résultats, il a poursuivi ses expériences en cherchant les pressions quand la charge est contre la balle et qu'il y a un vide entre le fond de l'âme et la charge (Diagrammes IX et IV).

POIDS DE LA CHARGE et de la balle.	LONGUEUR DE L'ESPACE VIDE derrière la charge.	PRESSION MOYENNE la plus élevée.	POSITION DU POINT le plus élevé de ce maximum.		COURBES nos
Charge double. . Balle double. . .	0	1 780	à 12,7	du fond.	I
	120,64	1 067	12,7		XVIII
	241,6	999	12,7		XIX
	362,24	2 635	12,7		XXVI
	417,73	2 447	0		XX
Charge triple. . . Balle double. . .	0	1 664	à 12,7	du fond.	II
	193,8	2 413	0		XVI
	384,3	6 683	0		XXII
	574,8	1 340	0		XXIII
Charge quadruple Balle double . . .	0	1 919	à 12,7	du fond.	III
	262,38	7 450	12,7		XXIV
	511,3	6 766	0		XXV

On voit qu'avec une charge double on n'a pas de pressions dangereuses. Elles ne commencent à apparaître

qu'avec une charge triple ou quadruple et un espace vide un peu considérable. Maïs lorsqu'on augmente encore cet espace vide, ces pressions diminuent.

Avec une charge quadruple et une balle double, un espace vide de 762 millimètres (espace vide = 3 fois le volume de la charge), on a obtenu même une pression de 9 000 atmosphères. Le canon a été fortement gonflé ; l'appareil n° 1 du fond a été arraché et projeté au loin.

Quoique la question pût paraître résolue, le colonel Kalakoutsky a, dans une dernière série d'expériences, déterminé les pressions dans les fusils Berdan, en employant diverses poudres. Les tirs ont eu lieu sans douille métallique. Voici les résultats :

ESPÈCE de la poudre.	PRESSIONS EN ATMOSPHÈRES			VITESSE initiale en mètres.	OBSERVATIONS.
	appareil n° 0.	appareil n° 2.	appareil n° 3.		
A fusil anglaise	2 579	3 064	1 773	462,6	
A fusil prussienne . . .	1 651	2 161	1 138	431,6	
A fusil belge	1 158	1 852	1 265	448	
Fine Kaigorodoff . . .	1 300	1 875	1 360	424	
Grosse Kaigorodoff . .	916	1 486	967	393,2	
Fine Kaigorodoff . . .	1 486	1 929	1 277	418,5	Fabrication courante.
Ordinaire d'Ochta 1876.	991	1 067	825	401	
Ordinaire d'Ochta 1875.	1 010	1 431	1 158	418,5	

Résumé et conclusions.

Le colonel Kalakoutsky a admis comme principes 1° que les pressions les plus élevées nécessaires pour éprouver un canon de fusil Berdan étaient de 3 200 atmosphères au plus ; 2° qu'il fallait que, sur la plus grande longueur possible de l'âme, il y eût une pression d'au moins 1 000 atmosphères.

Comme déduction immédiate des expériences décrites ci-dessus, il a proposé trois moyens pour l'épreuve des canons de fusil.

1° Avec la poudre Kaigorodoff à gros grains de $0^{mm},76$ à $1^{mm},27$, il faudrait faire deux tirs avec une charge de $20^{gr},26$ de poudre et une balle du poids de $47^{gr},72$;

2° En mettant le feu par le côté, on exécuterait deux tirs avec une charge et une balle de poids double l'une et l'autre par rapport au poids normal pour la poudre ordinaire à fusil.

Avec la poudre Kaigorodoff, la charge serait triple et la balle double.

Dans cette épreuve, il faudrait que les fusils eussent une longueur supplémentaire de 32 millimètres (poudre ordinaire) ou 102 millimètres (poudre Kaigorodoff), longueur supplémentaire qui serait supprimée après l'épreuve;

3° On placerait la balle à différentes distances de la charge. On emploierait trois ou quatre tirs, suivant une combinaison de même ordre que celle qui a été indiquée plus haut.

Ces conclusions ont été adoptées par le gouvernement russe.

Résumé par P. Ploix,

Capitaine d'artillerie.

NOTE

SUR

L'EXÉCUTION DU TIR EN BRÈCHE

A GRANDE DISTANCE.

L'instruction sur le service de l'artillerie dans un siège, approuvée par le Ministre de la guerre le 17 mai 1876, contient des prescriptions générales sur l'exécution du tir en brèche.

La présente note a pour objet de fixer un mode d'exécution méthodique du tir en brèche *à grande distance*, en déterminant des règles simples et faciles à appliquer, tant pour le calcul des éléments du tir, que pour le réglage et la conduite du tir [1].

Nous supposerons qu'on connaît le profil exact de la fortification et les cotes des points principaux de ce profil par rapport au terrain occupé par la batterie de brèche.

Détermination du point le plus bas à atteindre. — Dans le cas d'une escarpe pleine surmontée d'un parapet en terre, le point le plus bas à atteindre est déterminé par la condition que le mur et les terres en s'éboulant forment une rampe à l'inclinaison naturelle des terres. On peut admettre, pour simplifier les calculs, que la plongée est horizontale, que la berme a une largeur négligeable et que l'escarpe est verticale.

Le talus extérieur du parapet, BE, étant lui-même à

[1] La *Revue d'artillerie* a publié en 1878 une étude sur la *pratique du tir en brèche à grande distance*, due à M. le capitaine d'artillerie Deville (tome XI, 6e livraison et tome XII, 3e livraison). Cette étude très-complète, à laquelle nous renvoyons le lecteur, contient de nombreux détails sur les limites du terrain dangereux, le choix de la position de la batterie, la conduite du tir, etc. (*Note de l'auteur*).

l'inclinaison naturelle des terres, la rampe sera représentée par une ligne CD parallèle à BE (*fig.* I).

Si l'on appelle H la hauteur de l'escarpe, h la hauteur du parapet au-dessus de la magistrale, α l'angle CTA, x la hauteur BT de la magistrale au-dessus du point le plus bas à atteindre;

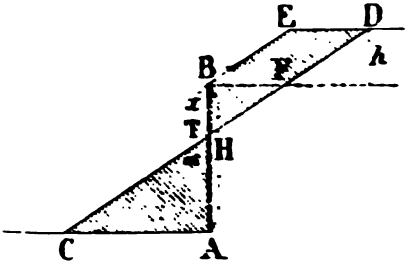


Fig. I.

Et si l'on écrit que les surfaces de remblai et de déblai sont égales, sans tenir compte du foisonnement, on a :

Triangle CAT = triangle BTF + parallélogramme BFDE

$$\frac{(H-x)^2}{2}\,\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{x^2}{2}\,\mathrm{tg}\,\alpha + h.x\,\mathrm{tg}\,\alpha$$

$$\text{ou}\quad x(H+h) = \frac{H^2}{2}$$

$$\text{d'où}\quad x = \frac{H^2}{2(H+h)}.$$

Cette formule montre que le maximum de x, correspondant au cas où $h = o$, a pour valeur $\frac{H}{2}$. On sera donc sûr d'avoir toujours une brèche praticable, quand on aura renversé la moitié supérieure du revêtement.

Dans certains cas, il y aura intérêt, pour diminuer l'angle de chute, à adopter exactement la valeur de x donnée par la formule précédente; mais, comme le tir doit être relevé d'une quantité notable au-dessus du point le plus bas à atteindre, et comme il importe que la meilleure partie des coups atteigne l'escarpe, on peut admettre qu'en général, dans le tir en brèche à grande distance, le point T devra être pris au milieu de la hauteur de l'escarpe.

Choix de la trajectoire moyenne. — Soit O le centre de la bouche de la pièce (*fig.* 2),

A la crête de la masse couvrante,

B la magistrale de l'escarpe,

T le point le plus bas à atteindre,

D la distance comptée horizontalement de la pièce O à la crête A,

d la distance comptée horizontalement de la crête A au mur d'escarpe,

AF et TE les hauteurs des points A et T au-dessus de l'horizontale OH,

i l'angle de défilement du point T

$$\operatorname{tg} i = \frac{AF - TE}{d}.$$

Si l'on faisait passer la trajectoire moyenne par les points A et T, la moitié des coups viendraient ficher dans la masse couvrante, en deçà du point A, et seraient perdus.

Il convient de relever la trajectoire moyenne d'une certaine quantité au-dessus des points A et T.

Si la hauteur BT de la magistrale au-dessus du point le plus bas à atteindre était égale

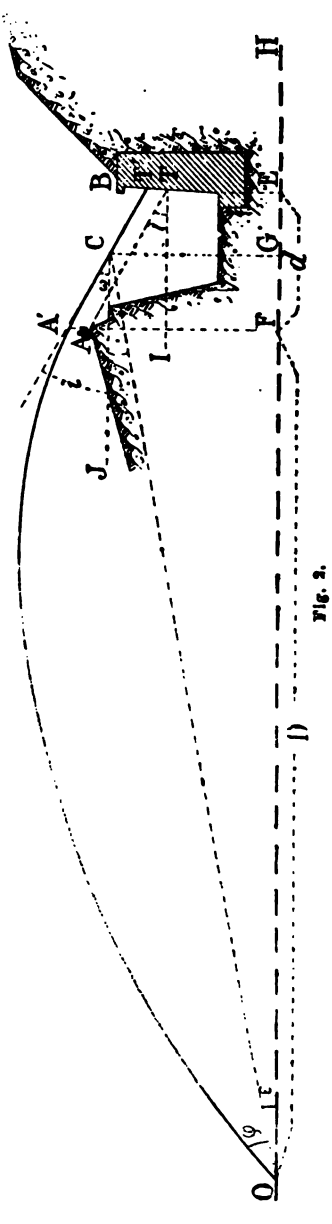


Fig. 2.

ou supérieure au double de l'écart probable en hauteur, qui correspond à la distance $(D + d)$ et à l'angle de chute i, on relèverait la trajectoire moyenne d'une quantité égale à l'écart probable en hauteur h.

Mais en général, dans le tir à grande distance, la valeur de l'écart probable est assez grande pour qu'en relevant la trajectoire d'une quantité égale à h, le point moyen du tir soit situé fort peu au-dessous, ou même au-dessus de la magistrale ; dans ce cas, les meilleurs coups, qui se groupent autour du point moyen, seraient en partie perdus pour l'escarpe. Il vaut mieux prendre alors comme point moyen un point T′ situé au milieu de la hauteur BT, c'est-à-dire au milieu de la portion de l'escarpe que l'on veut détruire. On devra donc faire passer la trajectoire moyenne par les points A′ et T′, en la relevant au-dessus des points A et T d'une quantité égale à

$$\frac{BT}{2} \text{ ou } t.$$

$$AA' = TT' = t.$$

Détermination de l'angle de chute. — Soit C le milieu de l'arc de trajectoire A′T′. En général, cet arc est assez petit pour qu'on puisse, quelle que soit la forme de la trajectoire, regarder la tangente au point C comme parallèle à la corde de l'arc, et pour qu'il soit permis de confondre la tangente, l'arc et la corde.

La cote du point C est donc égale à la moyenne arithmétique des cotes des points A′ et T′,

$$CG = \frac{A'F + T'E}{2}.$$

Le problème revient à faire passer par le point C une trajectoire dont l'inclinaison en ce point soit égale à l'inclinaison de la ligne A′T′, parallèle à AT.

La portée est $D + \frac{d}{2}$.

L'angle de chute au point C, rapporté à la ligne OC, est : $\omega = A'CJ + JCO = i + \varepsilon$.

L'angle ε est l'angle de site du point C par rapport au point O ; il est déterminé par la relation

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{CG}{D + \frac{d}{2}}.$$

Il doit être regardé comme positif, quand il est compté au-dessus de l'horizontale OH, et comme négatif dans le cas contraire. L'angle ε serait négatif, si le point O se trouvait à une cote supérieure à celle du point C.

Détermination de la charge et de l'angle de tir. — On trouve dans les tables de tir plongeant, en faisant, s'il y a lieu, les interpolations nécessaires, la charge π et l'angle de tir φ, qui correspondent à la portée $D + \frac{d}{2}$ et à l'angle de chute ω.

Si l'on suppose qu'on emploie le canon de 138 et que la portée $D + \frac{d}{2}$ soit égale à 2 150 mètres, on établira le tableau des interpolations comme il suit :

Tableau des interpolations.

2 100	ω_1	π_1	φ_1
	ω_2	π_3	φ_2
	ω	π_2	φ_3
2 200	ω_4	π_4	φ_4
	ω_5	π_5	φ_5
	ω	π_6	φ_6
ω	2 100	π_3	φ_3
	2 200	π_6	φ_6
	2 150	π	φ

Exécution du tir d'essai et réglage du tir. — Un tir d'essai de dix à douze coups au moins est nécessaire pour le réglage du tir définitif. On l'exécute en employant la charge π et en donnant à la pièce, à l'aide du niveau de pointage, l'angle $\varphi + \varepsilon$.

Le procédé de réglage du tir indiqué dans le *Mémorial*

d'artillerie de la marine, par M. le capitaine Jardel [1], peut être appliqué au tir en brèche, toutes les fois que, l'escarpe n'étant pas visible, on doit renoncer à régler le tir par l'observation directe des points de chute sur l'escarpe.

Ce procédé est basé sur les lois de la probabilité des écarts. On sait que les coups se dispersent et qu'ils se répartissent, à peu près en nombre égal, en deçà et au

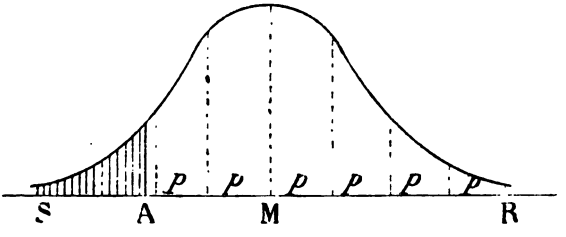


Fig. 3.

delà du point moyen M (*fig.* 3); que, si l'on porte, à partir de ce point, des longueurs égales à l'écart probable en portée p, on détermine des zones, à chacune desquelles correspond un certain *pour cent* des coups tirés, et que la zone RS correspondant à 8 fois l'écart probable comprend la presque totalité des coups tirés.

Cette répartition des coups n'est rigoureusement exacte que si le nombre des coups est infini; mais on peut néanmoins la regarder comme vraie, quand le nombre des coups tirés est suffisamment grand.

On dresse le tableau des *pour cent* qui correspondent aux différentes zones, comptées à partir du point S, et, en prenant pour unité l'écart probable p, on inscrit en regard de chaque pour cent la distance qui sépare l'extrémité de la zone considérée du point moyen.

Soit m le *pour cent* correspondant à la zone AS, la distance AM sera représentée par $n.p$, le nombre n étant le nombre inscrit sur le tableau en regard de m°/₀.

[1] Voir le *Mémorial d'artillerie de la marine*, tome IV, 2e livraison, 1876.

Tableau des pour cent.

m	n	m	n	m	n	m	n
50 0/0	0,0	25,00	1,0	8,90	2,0	2,15	3,0
47,35	0,1	22,90	1,1	7,85	2,1	1,80	3,1
44,70	0,2	20,90	1,2	6,90	2,2	1,55	3,2
42,00	0,3	19,10	1,3	6,05	2,3	1,30	3,3
39,35	0,4	17,30	1,4	5,30	2,4	1,10	3,4
36,80	0,5	15,60	1,5	4,60	2,5	0,90	3,5
34,30	0,6	14,05	1,6	4,00	2,6	0,75	3,6
31,85	0,7	12,55	1,7	3,45	2,7	0,65	3,7
29,50	0,8	11,25	1,8	2,95	2,8	0,55	3,8
27,20	0,9	10,00	1,9	2,50	2,9	0,45	3,9
						0,35	4,0

Cela posé, le réglage du tir en portée se fait de la manière suivante : on relève dans le tir d'essai le nombre des coups courts par rapport à la crête A de la masse couvrante, et on en établit le pour cent par rapport au nombre total des coups tirés. Le tableau précédent fait connaître le nombre n par lequel il faut multiplier l'écart probable p pour avoir la distance qui sépare le point A du point moyen du tir M.

Or le tir serait réglé si la trajectoire moyenne OM se confondait avec la trajectoire OP aboutissant au point T' que l'on veut atteindre (*fig.* 4). L'écart dont on doit corriger le tir en portée est donc égal à PM.

On a : $PM = AM - AP$

$$\begin{cases} AM = n \,.\, p \\ AP = AA' \operatorname{cotg} APA' = t \operatorname{cotg} \omega = \dfrac{t}{\operatorname{tg} \omega}. \end{cases}$$

$$PM = n \,.\, p - \frac{t}{\operatorname{tg} \omega}.$$

On règle le tir en faisant subir à l'angle de tir et à la charge les corrections nécessaires pour modifier la portée de la quantité PM ainsi calculée.

Les valeurs définitives Φ et Π des éléments du tir, correspondant à une portée $D + \frac{d}{2} - PM$, s'obtiennent par une

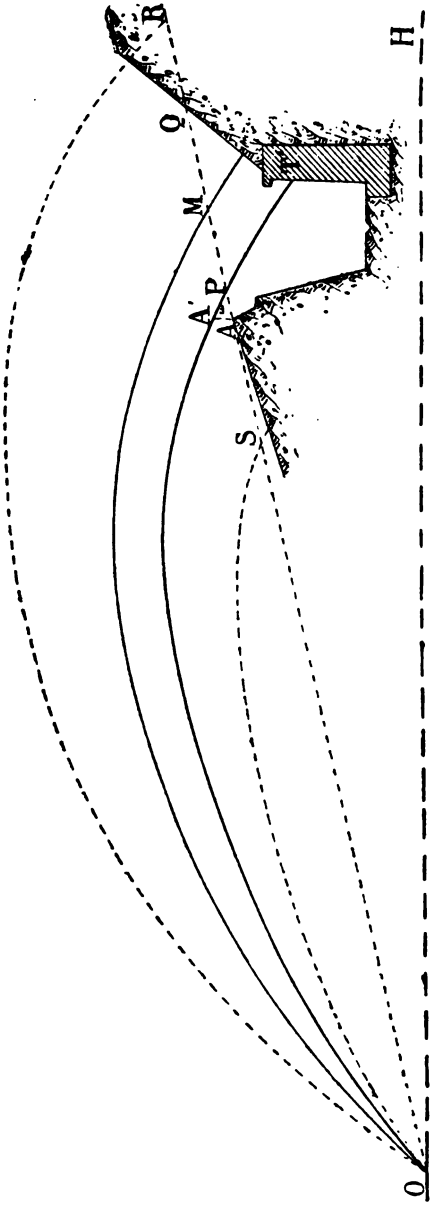


Fig. 4.

nouvelle interpolation, faites entre les éléments φ_5 et φ_6, π_5 et π_6 du tableau des interpolations.

Le tir sera bien réglé si le nouveau pour cent des coups courts tombant sur le glacis a la valeur m_1 qui correspond à $n_1 = \frac{AP}{p}$. On achèvera de le régler, s'il y a lieu, sans modifier la charge par de légères variations de l'angle de tir, jusqu'à ce qu'on observe la proportion des coups courts correspondant au tir réglé.

Au lieu de régler le tir en portée, en se basant sur le nombre des coups courts qui atteignent le glacis, il est clair qu'on pourrait le régler, de la même manière, en

se basant sur le nombre des coups longs qui atteignent le parapet. Si m' représente le pour cent des coups longs compris dans la zone QR, le nombre n', inscrit dans le tableau en regard de m', sera fonction de la distance qui sépare le point Q du point moyen M; la distance QM sera représentée par $n'p$, et l'on aura :

$$PM = PQ - QM.$$

On pourra, connaissant le profil, mesurer la longueur PQ. On obtiendra donc aisément la valeur de la quantité PM dont il faut modifier la portée pour corriger le tir.

Toutefois, l'application de ce dernier procédé exige que l'œil de l'observateur soit sensiblement à la même hauteur que la pièce O ; autrement le point Q, qui se trouve sur le prolongement du rayon visuel rasant la crête, n'aurait pas une position constante sur le parapet.

Le réglage du tir au moyen du pour cent des coups courts est plus rigoureux et permet à l'observateur de se placer à l'endroit d'où il pourra le mieux observer le tir. Il est d'ailleurs toujours applicable, car le tir d'essai peut toujours être exécuté dans des conditions telles qu'on ait un certain nombre de coups courts atteignant le glacis.

Quant au réglage du tir en direction, il peut être effectué par les procédés ordinaires; il ne présente pas de difficultés spéciales au tir en brèche.

Conduite du tir en brèche. — Le tir en brèche à grande distance ne peut être qu'un tir de démolition.

Il faut compter, pour l'exécuter, sur la dispersion des coups et les effets d'éclatement des projectiles.

On détermine d'abord les extrémités de la brèche à obtenir, en se guidant sur les traverses du rempart. Une largeur de 20 mètres est en général suffisante.

C'est sur le point T', pris au milieu de la largeur de la brèche, qu'on exécutera le tir d'essai et qu'on réglera le tir en portée et en direction.

Le tir une fois réglé, chaque pièce tire un certain nombre de coups sur le point T′. Il faut repérer avec le plus grand soin la position de la pièce à chaque coup, soit en employant la règle Voilliard, soit en pointant avec la hausse sur un repère choisi sur le rempart, lorsque cela est possible.

On déplace ensuite le tir horizontalement à partir du point T′. Les pièces de la demi-batterie de droite déplacent leur tir, vers la droite, d'une quantité qu'on peut évaluer à environ le double de l'écart probable en direction, à 2 mètres par exemple, et tirent un certain nombre de coups dans la nouvelle direction; elles continuent à déplacer leur tir de cette façon, jusqu'à ce que l'extrémité droite de la brèche soit atteinte. Les pièces de la demi-batterie de gauche déplacent en même temps leur tir horizontalement, en opérant de la même manière, depuis le point T′ jusqu'à l'extrémité gauche de la brèche.

L'emploi de la règle Voilliard permet d'apporter, d'une façon simple et sûre, les modifications nécessaires au pointage latéral. Lorsqu'il est possible de pointer à la hausse sur un repère, on peut aussi, en conservant constamment ce repère, déplacer latéralement le point moyen en modifiant la dérive.

Les pièces de chaque demi-batterie, après avoir déplacé leur tir horizontalement depuis le milieu jusqu'à l'extrémité de la brèche, ramènent leur tir, s'il est nécessaire, de l'extrémité au milieu de la brèche, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mur soit coupé sur toute la largeur de la brèche.

Un tir de quelques salves à charge réduite pourra être nécessaire pour achever la brèche et la rendre praticable.

Cas d'une escarpe très haute. — Dans le cas d'une escarpe très-haute, la trajectoire moyenne, relevée au-dessus de la crête A d'une quantité égale à l'écart probable en hauteur, atteindra l'escarpe en un point situé au-dessous de la magistrale d'une quantité supérieure à cet écart pro-

bable. Le tir, exécuté comme il vient d'être dit, produira alors dans l'escarpe une sorte de tranchée horizontale et il faudra, pour achever de démolir la partie supérieure du mur, relever suffisamment le tir en concentrant le feu de chaque demi-batterie sur chacune des extrémités de la brèche.

Cas d'une escarpe défilée au quart. — Dans les places modernes, l'escarpe est quelquefois défilée au quart : la ligne qui joint le sommet A de la masse couvrante à la magistrale B de l'escarpe a l'inclinaison du quart, correspondant à l'angle de 14° environ.

Pour faire brèche dans ce cas particulier, on adoptera comme point le plus bas à atteindre, non pas le milieu de l'escarpe, mais le point dont la hauteur x au-dessous de la magistrale est déterminée par la formule indiquée plus haut, et l'on fera passer la trajectoire moyenne au-dessus de ce point à une hauteur égale à $\frac{x}{2}$. Comme il importe de diminuer le plus possible la valeur de l'angle de chute, on pourra ne relever la trajectoire moyenne au-dessus de la crête du glacis que d'une quantité inférieure à $\frac{x}{2}$; il est permis de compter en effet, pour atteindre l'escarpe au point le plus bas, sur l'écrêtement de la masse couvrante et sur les entonnoirs produits dans le revêtement par l'éclatement des projectiles. On devra, autant que possible, placer la batterie de brèche sur un terrain plus élevé que la fortification et, au lieu d'exécuter le tir dans une direction normale à l'escarpe, on pourra l'exécuter obliquement, à condition que l'obliquité par rapport à la normale ne dépasse pas 30° à 35°. On arrivera, de cette manière, à diminuer la valeur de l'angle de chute et il sera en général possible de faire brèche par la méthode de démolition indiquée ci-dessus, si le canon permet l'emploi d'une charge de tir suffisamment forte.

Un autre procédé de tir en brèche, qui paraît donner de

bons résultats, consiste à attaquer le revêtement à partir de la magistrale et à le détruire de haut en bas sur la hauteur nécessaire. Il arrive, lorsqu'on fait passer la trajectoire moyenne par la magistrale, qu'une grande partie des projectiles atteignent le parapet un peu au-dessus de l'escarpe et peuvent, en éclatant derrière le revêtement, en démolir la partie supérieure. On abaisse ensuite le tir, en diminuant la charge, pour atteindre les parties plus basses de l'escarpe, déjà désorganisées, et achever la brèche.

Cas des revêtements à casemates. — Il est presque impossible de produire une brèche continue dans une escarpe appuyée à des casemates. L'expérience a montré qu'on ne peut obtenir, dans ce cas, qu'une succession de passages étroits correspondant à chaque pied-droit. Comme on ignore généralement la position exacte des pieds-droits, on adoptera une largeur de brèche beaucoup plus considérable que dans le cas d'une escarpe pleine ; on cherchera d'abord à démasquer les pieds-droits, par un tir exécuté sur toute la largeur de la brèche, et l'on démolira ensuite leur partie supérieure en les prenant d'écharpe.

Application numérique.

Données	Canon de 138^{mm}		
	Cote du point A	15	mètres.
	Cote du point B	11	—
	H.	8	—
	h	5	—
	D.	2133	—
	d	34	—

La hauteur minimum de la magistrale au-dessus du point le plus bas à atteindre serait : $x = 2^m,50$.

La valeur de l'écart probable en hauteur est de $4^m,50$.

On adoptera comme point le plus bas à atteindre le milieu T de la hauteur de l'escarpe, et on relèvera la trajectoire d'une quantité $t = 2$ mètres.

Cote du point A' . . . . 17 mètres.
Cote du point T' . . . . 9 —
Cote du point C . . . . 13 —

$$\text{tg } i = \frac{8}{34} = 0{,}2353$$

$$i = 13°15'$$

$$D + \frac{d}{2} = 2\,150^m$$

$$\text{tg } \varepsilon = \frac{13}{2\,150} = 0{,}006$$

$$\varepsilon = 0°22'$$

$$\omega = i + \varepsilon = 13°37'$$

$$\text{tg } \omega = 0{,}242$$

Tableau des interpolations.

2 100m	14°51' 13° 9'	9 rondelles 10 —	13° 4' 11°30'
	13°37'	9r,716	11°57'
2 200m	14°00' 12°40'	10 rondelles. 11 —	12°12' 10°57'
	13°37'	10r,275	11°51'
13°37'	2 100m 2 200m	9r,716 10r,275	11°57' 11°51'
	2 150m	9r,995	11°54'

Pour l'exécution du tir d'essai, on emploiera la charge et l'angle de tir résultant du tableau précédent :

$$\begin{cases} \pi = 9^r{,}995 = 1^k{,}884 \text{ (poudre SP}_1 \text{ en vrac)} \\ \varphi = 11°54' \end{cases}$$

$$\varphi + \varepsilon = 12° 16'$$

Vitesse restante = 200 mètres environ.

Si l'on suppose que, dans le tir d'essai, 9 p. 100 des coups tombent sur le glacis, on aura :

$$\begin{cases} m = 9\ \% \\ n = 1{,}95 \end{cases} \quad p = 20^m$$

$$AM = n \,.\, p = 39^m$$

$$AP = \frac{t}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{2}{0{,}242} = 8^m$$

$$PM = 31 \text{ mètres.}$$

$$D + \frac{d}{2} - PM = 2\,119^m$$

13°37′	2 100m	9r,716	11°57′
	2 200m	10r,275	11°51′
	2 119m	9r,727	11°56′

Les valeurs définitives de l'angle de tir et de la charge sont les suivantes :

$$\Phi = 11°56'$$

$$\Pi = 9^r{,}727 = 1^k{,}837 \text{ (poudre } SP_1 \text{ en vrac)}$$

$$n_1 = \frac{8}{20} = 0{,}4 \qquad m_1 = 40\ 0/0$$

Si le tir a été bien réglé, il tombera environ 40 p. 100 des coups sur le glacis pendant l'exécution du tir définitif.

P. Brongniart,
Capitaine d'artillerie.

CIBLE ROULANTE

POUR LE

TIR SUR UN BUT MOBILE [1].

Cette cible se compose d'un grand tambour de 2 mètres environ de diamètre sur 4 mètres de longueur. L'essieu est formé d'un tronc d'arbre de 15 centimètres de diamètre. A ses extrémités sont deux plateaux circulaires, et au milieu, un autre plateau ayant un diamètre inférieur de $0^m,50$ à ceux des plateaux extrêmes qui forment ainsi les roues du système. Ces trois plateaux sont reliés par deux lattis, un extérieur, formant la surface du tambour, l'autre, à $0^m,50$ de l'axe, consolidant le tout. Ces parois sont formées de lattes provenant des bois destinés aux cibles et la carcasse cylindrique ainsi formée est recouverte de toile.

L'essieu traverse les plateaux de tête dans des trous assez grands pour assurer une grande mobilité à la rotation.

Un cadre en bois de cibles, fixé aux extrémités de l'essieu, entoure complétement le tambour dans un plan diamétral. Au côté antérieur du cadre est attachée une corde mince qui opère la traction, le côté opposé est alourdi de manière à traîner sur le sol pour tenir toujours le point d'attache de la corde à une hauteur suffisante au-dessus de terre. La direction de la traction est déterminée, suivant les cas, par des renvois obtenus au moyen de simples rouleaux verticaux sur lesquels glisse la corde.

Cette cible paraît présenter de grands avantages. Elle est fort légère, roule avec grande facilité sur les terrains les plus accidentés et se construit très rapidement avec des

[1] La description de cette cible est donnée dans l'*Étude sur la tactique de l'artillerie* du colonel von Schell.

matériaux dont le prix de revient est très minime. Les bois, plateaux et lattis doivent être aussi minces que possible et, à la rigueur, on peut se passer d'essieu et le remplacer par des tourillons fixés au centre des plateaux extrêmes, puisque les trois plateaux sont réunis par deux surfaces cylindriques concentriques. On peut même simplifier la disposition de la traction et éviter ainsi toutes les parties un peu volumineuses qui, détruites par un projectile, empêcheraient l'appareil de continuer sa marche.

L'emploi de cette cible présente, il est vrai, quelques inconvénients, mais ils sont de peu d'importance.

Ainsi, la cible paraît être, à distance, un rectangle clair en haut, obscur en bas; les atteintes se produisent en double, à l'entrée et à la sortie du cylindre, enfin la corde peut être brisée par un projectile.

Le premier inconvénient est insignifiant, le second n'amène d'autre gêne que de compter, comme atteintes, la moitié seulement des trous faits à l'enveloppe; enfin, la rupture de la corde est facile à réparer: il suffit de suspendre le tir pendant quelques minutes, le temps de réunir les deux bouts par un nœud simple.

Les expériences décrites par le colonel von Schell paraissent concluantes: il suffit d'une corde de 1 200 mètres de longueur pour que les hommes et les chevaux chargés de la traction soient à l'abri de toute atteinte, et le prix de revient de l'appareil est si minime que la destruction de ces cibles par le tir ne doit pas être comptée comme une dépense sérieuse.

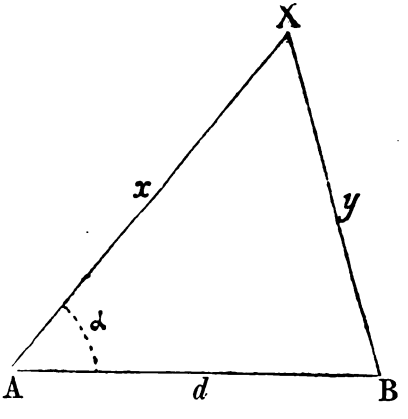
NOTE

RELATIVE A

LA MESURE DES DISTANCES DANS LES BATTERIES DE COTE [1].

Dans l'article que la *Revue d'artillerie* a inséré dans son dernier numéro, M. le commandant Heintz établit une formule trigonométrique relative au triangle formé par le but et les deux batteries. Cette formule est toujours exacte et les mêmes conclusions pratiques peuvent toujours en être tirées, soit que l'on considère le triangle dans l'espace (la figure 1 de la planche I le montrait projeté sur un plan vertical de profil), soit que l'on envisage sa projection ABX sur le plan horizontal.

Dans ce cas, la distance d des deux batteries est la distance horizontale déduite d'une mesure directe sur la carte, ou d'une opération topographique; α est l'azimut lu sur un cercle horizontal, soit à l'aide d'une alidade se mouvant sur une planchette, soit au moyen d'un simple graphomètre à alidades plongeantes, dont le limbe est horizontal et l'alidade fixe constamment en coïncidence avec le plan vertical des deux batteries. Cette mesure de l'azimut horizontal est beaucoup plus facile à faire que celle de l'azimut dans l'espace, aussi l'auteur recommande-t-il de considérer toujours le triangle horizontal ABX au lieu du triangle de l'espace. — La distance x du but à la batterie haute est fournie, du reste, par un télémètre de dépression donnant presque toujours cette distance réduite à l'horizon, c'est-à-dire lue sur une graduation horizontale. (*N. de la R.*)



[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XVI, p. 60, avril 1880.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Canon de montagne démontable Krupp, de 6c,5. — L'usine Krupp vient d'établir à son tour [1] un canon de montagne démontable de 6c,5 qu'elle a expérimenté en mars et avril 1880.

Voici quelles sont les principales données relatives à la pièce et à l'affût qui la supporte.

Canon. — La pièce se compose de trois parties : la volée, la culasse et le manchon à tourillons destiné à les assembler.

Dans le transport à dos de mulet, le manchon et la volée sont réunis d'une part, la culasse et sa fermeture de l'autre, de manière que la pièce soit séparée en deux parties, sensiblement de même poids et portées facilement par deux animaux de bât.

Les parties filetées du manchon et de la culasse sont protégées par une boîte en laiton munie d'une poignée.

Calibre	millim.	65
Longueur totale	id.	1 800
Longueur d'âme	id.	1 600
Poids y compris le système de fermeture	kil.	180
Nombre de rayures (à pas progressif)		12
Profondeur des rayures	millim.	1
Largeur des cloisons	id.	2,5
Largeur des rayures	id.	14,5
Pas final des rayures	calibr.	25
	millim.	1 625

Affût. — L'affût se compose, comme la plupart des affûts Krupp, de flasques, en tôle d'acier comprimé, reliés par des entretoises ; l'essieu est en acier ; les roues sont du système Thonet.

Pour le transport, l'affût se sépare en deux parties :

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 299.

Tir de justesse.

DATE.	NOMBRE DE COUPS.	PROJECTILE. Longueur.	PROJECTILE. Poids.	POUDRE. Espèce.	POUDRE. Poids.	BUT. Nature.	BUT. Distance.	HAUSSE.	DÉRIVE.	PORTÉE MOYENNE.	DISPERSION TOTALE. Portée.	DISPERSION TOTALE. Hauteur.	DISPERSION TOTALE. Direction.	ÉCART MOYEN. Portée.	ÉCART MOYEN. Hauteur.	ÉCART MOYEN. Direction.	ESPACE COMPRENANT 50 p. 100 des coups. Longueur.	ESPACE COMPRENANT 50 p. 100 des coups. Hauteur.	ESPACE COMPRENANT 50 p. 100 des coups. Largeur.	TEMPS.	OBSERVATIONS.
		Calib.	kilog.		kilog.		m.	Degr.	div. (1)	mètres	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.		
8 mars 1880.	10	3,5	4,25	Poudre à gros grains de 6 à 10 millimètres.	0,75	Cible	1000	1°47'	2	»	»	2,0	1,7	»	0,49	0,55	»	0,82	0,93	Nuages.	(1) Les divisions de la hausse ou de la dérive correspondent à 1 millième de la ligne de tir.
8 mars.	8	3,5	4,25		0,75	Cible	1521	3°20'	3	»	»	1,7	1,6	»	0,71	0,54	»	1,20	0,91	Nuages.	
9 mars.	8	3,5	4,25		0,75	Sol	»	6°18'	6	2501,6	82	»	7,0	28	»	1,81	48	»	3,05	Clair.	
2 avril.	10	3,38	4,1		0,75	Cible	1000	1°36'	1	»	»	1,7	1,9	»	0,37	0,44	»	0,63	0,74	Nuages.	
3 avril.	10	3,38	4,1		0,75	Cible	1500	2°52'	2,5	»	»	2,5	2,9	»	0,54	0,88	»	0,91	1,50	Nuages.	

1° le corps de l'affût pesant 102^{k},5 ; 2° l'essieu, les roues et la limonière, pesant ensemble 100^{k},5.

L'affût prêt à tirer pèse 181 kil., il permet un angle de tir maximum de + 20° et un angle de tir minimum de — 8°.

Munitions. — La charge est de 750 grammes de poudre à gros grains.

Les projectiles, obus et shrapnels, pèsent 4^{k},1 et ont 3,38 calibres de longueur.

Les résultats des expériences figurent dans les tableaux ci-contre et ci-dessous ; le premier donne le tir de justesse, le deuxième le tir aux vitesses.

A la fin de chaque séance, on démonta le canon pour le remonter aussitôt après. La manœuvre se fit toujours facilement. Le démontage dure de 15 à 25 secondes, le remontage, 30 secondes.

La vitesse initiale du dernier projectile essayé, du poids de 4^{k},1 a atteint 415 mètres.

Tir aux vitesses.

DATE.	POUDRE.		POIDS DU PROJECTILE.	VITESSE MESURÉE A				NOMBRE DE COUPS.	TEMPS.	OBSERVATIONS.
	ESPÈCE.	POIDS.		40^{m}.	50^{m}.	981^{m},5	981^{m}			
		kilog.	kilog.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.			
8 mars 1880.	Poudre à gros grains de 6 à 10 millimètres.	0,75	4,25	395,1 +2,1 −2,1	»	»	305,5 +1,1 −0,8	10	Nuages.	Les chiffres imprimés en petits caractères indiquent les écarts maxima par rapport à la vitesse moyenne.
Id.		Id.	Id.	394,2 +3,1 −3,7	»	»	»	8	Id.	
9 mars.		Id.	Id.	393,8 +5,5 −8,5	»	»	»	10	Clair.	
2 avril.		Id	4,1	»	409,1 +2,7 −2,2	322,1	»	11	Nuages.	

Allemagne : Création de quatre inspections de dépôts d'artillerie. — Un décret impérial vient de prescrire en Allemagne la création de quatre inspections de dépôts d'artillerie : 1re inspection à Posen, 2e à Stettin, 3e à Cologne et 4e à Strasbourg, qui comprendront sous leur sur-

veillance les brigades d'artillerie à pied, tout ce qui se rapporte à l'artillerie dans les places fortes et à l'administration des dépôts d'artillerie.

Les 1re, 2e, 3e et 4e inspections de dépôt exerceront leur contrôle respectivement sur les 1re, 2e, 3e et 4e brigades d'artillerie à pied, à partir du 1er mai 1880.

Chaque inspection comportera un *inspecteur de dépôts d'artillerie,* qui aura rang de commandant de régiment, et qui exercera son autorité sur tout le personnel de l'état-major de la brigade d'artillerie à pied.

(*Militär-Wochenblatt.*)

Autriche-Hongrie : Recherches relatives à la limite de tolérance dans le calibre des fusils. — Ces expériences, relatives au tir des carabines Werndl avec la cartouche modèle 1877, ont donné lieu à des remarques intéressantes, au point de vue du tir et de la fabrication des armes.

Un fusil Werndl modèle 1873-1877, dont le calibre était de 11mm,2, servit à exécuter une série de tirs de justesse. On augmenta son calibre de 0mm,1 à chaque nouvelle série.

Les résultats sont inscrits dans le tableau de la page suivante qui montre que les premiers agrandissements du calibre n'ont fait qu'augmenter la précision du tir. Il y a un refoulement un peu plus prononcé de la balle qui assure quand même le forcement et celui-ci paraît être plus régulier dans le canon agrandi jusqu'à une certaine limite, que dans un canon du même calibre que la balle.

Pour constater le raccourcissement de la balle, on a tiré contre un tas de neige avec le fusil dont on avait porté le calibre à 12mm. La trace des rayures était parfaitement marquée sur la balle, qui s'était raccourcie de 4 millimètres.

Cet refoulement dépend à la fois des propriétés balistiques de la poudre employée et de la dureté du plomb dont est faite la balle. Ainsi, la précision du tir diminue

CALIBRES du CANON.	TIR A 600 PAS (455 MÈTRES). RAYON DU CERCLE CONTENANT		TIR A 300 PAS (227 MÈTRES). RAYON DU CERCLE CONTENANT	
	50 p. 100 des coups.	100 p. 100 des coups.	50 p. 100 des coups.	100 p. 100 des coups.
millim.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
11,2	0,18	0,36	»	»
11,3	0.20	0,29	»	»
11,4	0,14	0,35	»	»
11,5	0,14	0,32	»	»
11,6	0,13	0,32	»	»
11,7	0,16	0,40	»	»
11,8	0,14	0,45	0,30(1)	0,75
11,9	0,17	0,45	0,35	0,80
12	0,15	0,40	0,38	1,40
12,1	0,20	0,56	»	»
12,2	0,24	0,55	»	»
12,3	0,37	0,70	»	»

(1) A cette distance de 455 mètres, la précision du tir pour les calibres de 11mm,8 et 11mm,9 correspond à la précision normale du fusil Werndl, modèle 1873-1877.

plus rapidement avec une poudre qui donne à la balle 380 mètres de vitesse initiale, qu'avec une poudre lui imprimant une vitesse de 440 à 450 mètres.

Les balles employées étaient en plomb pur. Il est clair que des projectiles en plomb durci n'auraient pas permis d'étendre aussi loin les augmentations du calibre.

Ainsi que le montre le tableau précédent, la justesse du tir est encore très satisfaisante avec un calibre porté à 12mm. On pourrait donc considérer 12mm comme limite des calibres admissibles. Cependant, comme dès 11mm,8 les rayures viendraient entamer la chambre et comme il faut compter sur des variations de dureté du plomb, on peut admettre 11mm,7 comme limite des calibres.

Alors que la cartouche modèle 1867 ne permettait qu'une tolérance de 0mm,3, la cartouche modèle 1877 permet donc une tolérance de 0mm,7 sur le calibre des armes, ce qui est d'un grand avantage au point de vue de leur conservation et de leur durée.

Pour la cartouche de carabine, la tolérance est moindre, à cause de la faible charge de poudre. La cartouche modèle 1877 peut être tirée avec un calibre de $11^{mm},4$, tandis que celle du modèle 1867 ne le permettait qu'avec un calibre maximum de $11^{mm},3$. Le refoulement de la balle est d'une grande importance, c'est un des éléments qui influent le plus sur la précision du tir.

C'est bien à tort que la perfection de certaines armes de luxe, affectées au tir à la cible, est attribuée à des raffinements dans le tracé des rayures ou dans la forme de la balle. La première condition de la justesse du tir est un rapport convenable entre le diamètre de la balle et le calibre de l'arme, rapport tel que le projectile ne soit pas trop forcé dans les rayures par suite de l'affaissement. Combien de fois les tireurs ne se plaignent-ils pas de l'emplombage ou d'un forcement incomplet en attribuant ces défauts à un mauvais rayage? L'armurier visite le canon et, n'y trouvant rien de défectueux, se contente de modifier le projectile en diminuant son diamètre. Si cela n'est pas suffisant ou que cette opération soit incompatible avec les dimensions de l'étui de la cartouche, il faut alors aléser de nouveau le canon.

L'alésage d'un canon de fusil exige une longue pratique et une grande habileté, surtout pour les armes de précision destinées au tir à la cible et dont la charge est relativement faible, ce qui donne une grande importance aux variations du calibre.

Aussi un tireur expérimenté doit-il, avant de faire retoucher l'alésage d'une arme, comparer son calibre à celui de la balle et examiner avec soin la qualité du plomb ainsi que celle de la poudre. Du plomb trop mou et de la poudre trop brisante constituent souvent la principale cause de l'emplombage.

(*Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*)

Autriche-Hongrie : Travaux de fortification à Pola. — On commence actuellement à Pola la construction d'un grand magasin à poudre et d'un dépôt de munitions. L'arsenal et le port seront protégés contre un bombardement venant de terre ou de mer par des ouvrages de fortification établis suivant les nouveaux principes et armés de canons puissants. Pola est un des ports les plus importants de la côte autrichienne sur l'Adriatique. Il pourra servir à la concentration de la flotte, aussi pousse-t-on très-activement ses travaux de défense pour lesquels le Gouvernement a accordé 285000 gulden (712500 fr.).

(*Vedette.*)

Autriche-Hongrie : Construction d'un canon de côte de 28c en bronze-acier (1). — On fait actuellement à l'arsenal de Vienne les préparatifs nécessaires à la fabrication d'un canon de 28c en bronze-acier se chargeant par la culasse. Ce canon, destiné au service des côtes, est le plus gros de ceux dont on ait entrepris la construction à l'arsenal sous la direction du feldmaréchal-lieutenant baron Uchatius. On évalue à 300000 gulden (750000 fr.) les dépenses nécessaires, tant pour la fabrication de la bouche à feu et des projectiles que pour les expériences de tir.

Les pièces de montagne et de campagne (canons de 7c, 8c et 9c), ainsi que les pièces de siège et de place de 12c et de 15c ont donné de très bons résultats, mais on n'en peut rien conclure sur la possibilité d'employer le bronze-acier pour les calibres de 24c et de 28c. Les prochaines expériences sur le canon de 28c dont on entreprend la construction montreront à l'Autriche si elle peut se passer de l'intervention de l'industrie étrangère même pour la fabrication de ses canons de gros calibre.

(*Vedette.*)

Italie : Éclatement d'un canon de 100 tonnes Armstrong

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIII, p. 494.

à bord du Duilio [1]. — Le canon qui a éclaté avait déjà tiré une vingtaine de coups ; il était chargé de 551 livres (250 kil.) de poudre progressive de Fossano et d'un projectile de 2 200 livres (1 000 kil.). Par suite de l'éclatement, le canon s'est divisé en deux parties suivant la ligne de séparation représentée en pointillé sur la figure 1. Le tube en acier s'est brisé, en un point faible, au sommet de l'angle rentrant formé par le raccordement de la chambre avec l'âme. On sait, en effet, que les nouveaux canons que l'on construit en Angleterre sont chambrés, c'est-à-dire que le diamètre de la chambre est supérieur à celui de l'âme. Le tube-enveloppe, en fer forgé, a glissé en entraînant avec lui toutes les frettes placées en arrière de la frette-tourillon. Cette masse métallique a déchiré le revêtement en acier garnissant l'intérieur de la tourelle où se trouvait le canon, et elle a rebondi sur l'affût. Le choc sur la paroi de la tourelle a fait céder les plaques du blindage extérieur (22 pouces d'épaisseur), et deux de ces plaques se sont écartées comme les deux battants d'une porte. Par suite du glissement qui s'est produit entre les manchons, la dispersion des gaz dans l'intérieur de la tourelle a été retardée, et en somme l'accident n'a pas eu de conséquences trop funestes. Sur les neuf hommes qui étaient dans la tourelle, deux seulement ont été dangereusement atteints. Ils se trouvaient juste contre la pièce, à hauteur du point où la séparation des deux morceaux s'est faite et ont été grièvement brûlés.

Il résulte de l'examen des faits : 1° que le canon a cédé à un effort longitudinal ; 2° que le tube intérieur est seul brisé ; 3° que la tension des gaz sortis par l'arrière était assez faible relativement à la charge employée.

Il est assez probable que la tranche antérieure du second manchon n'est arrivée à hauteur de la tranche postérieure du manchon qui est en contact direct avec le tube d'acier,

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 632.

que lorsque le projectile n'était déjà plus dans l'âme. Le chemin parcouru par le projectile a dû être, en effet, plus

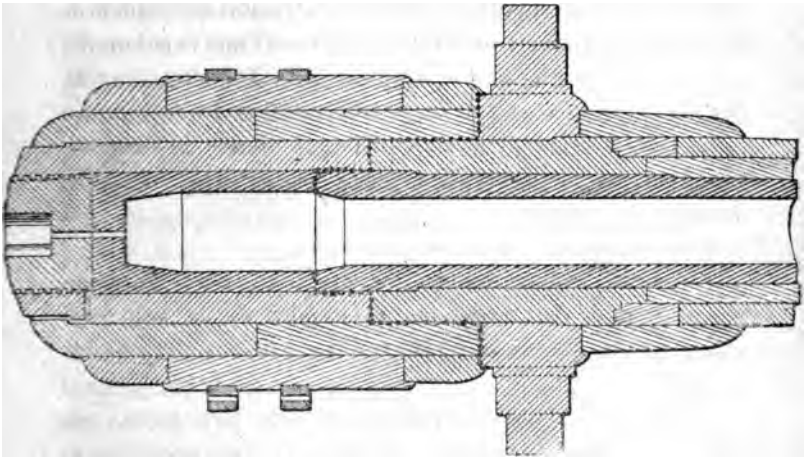


Fig. 1. — Canon Armstrong de 100 tonnes du *Duilio*.

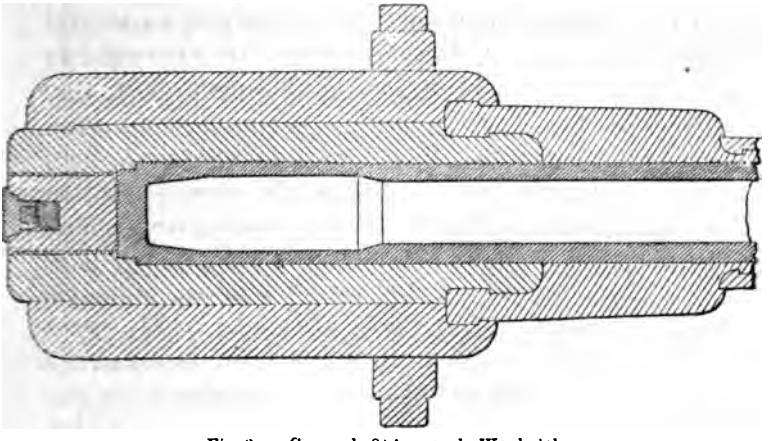


Fig. 2. — Canon de 80 tonnes de Woolwich.

grand que celui qu'a parcouru la culasse pendant le même temps, en raison de leurs poids respectifs [1]; de plus, le

[1] Il y a quelque temps, le major Morgan proposait de laisser la culasse des canons lourds coulisser librement, en la munissant d'un piston obturateur, de manière que le canon fût ouvert à l'arrière peu de temps après la sortie du projectile. A part le piston obturateur, l'accident du *Duilio* semble être une mise en pratique brutale des idées du major.

travail développé par le recul de l'affût au début, par le frottement énergique qui s'est produit entre les deux manchons et par la rupture du tube d'acier, doit être ajouté à la quantité de mouvement de la culasse, dans le calcul de sa vitesse. On s'explique ainsi la faible tension des gaz dans la tourelle et le peu de gravité relative de l'accident.

La Commission chargée, sous la présidence de l'amiral San-Bon, de rechercher les causes de l'accident, vient de déposer son rapport.

Voici le résumé de ses conclusions :

« 1° La résistance longitudinale était au moins trois fois assez grande pour satisfaire à l'emploi de la *battering-charge* et elle excède la résistance normale dans le rapport de 5 à 4.

« 2° Le métal est d'excellente qualité dans toutes ses parties, comme le prouve, du reste, l'emplacement de la rupture qui s'est produite au point faible.

« 3° L'explosion provient très-probablement d'une irrégularité d'ignition de la charge et doit être attribuée à ce que la gargousse est trop forte et dépourvue d'un vide central.

« En conséquence, la Commission propose :

« 1° Qu'il ne soit rien changé aux dimensions et dispositions des canons à construire, sauf un agrandissement de la chambre.

« 2° Que le canon de 100 tonnes soit tiré avec une charge abaissée de 551 livres (250 kil.) à 507 livres (230 kil.) et disposé avec un vide central de manière à assurer la régularité de l'ignition de la poudre. »

Il est inutile d'ajouter que l'opinion publique, en Angleterre, ne s'est pas complétement rangée à l'avis de la Commission, et qu'un certain nombre d'artilleurs continuent à soutenir que l'éclatement a été sinon occasionné, du moins facilité par le manque absolu de serrage longitudinal, c'est-à-dire par le système de construction lui-même. En effet, la résistance du tube intérieur à la rup-

ture et la résistance au frottement du manchon s'opposent seules à tout effort longitudinal tendant à rompre la pièce. Les quatre canons qui arment le *Duilio* présentent ce vice de construction. Il n'en est pas de même du canon de 80 tonnes (fig. 2) de Woolwich dans lequel le serrage longitudinal est mieux assuré.

(*The Engineer.*)

Russie : Adoption de shrapnels à tube central pour les canons de siège et de place de 12^{liv}, de 24^{liv} et de 8^{po}. — Les expériences ont été faites avec des canons de 24^{liv} : elles ont porté sur des shrapnels à tube central et sur des shrapnels à diaphragme. Ces derniers auraient eu la supériorité, s'il s'était agi de canons de campagne, car leurs balles étaient beaucoup mieux groupées ; mais dans le tir de siège et de place, il s'agit d'atteindre des travailleurs et des canonniers dispersés, il est donc préférable de couvrir de balles un très-grand espace, de façon que chaque rectangle ayant les dimensions d'un homme ne reçoive qu'une ou deux atteintes. Les shrapnels à tube central ont parfaitement satisfait à ces conditions.

Il va en être mis immédiatement en commande : un premier lot de 100^{liv} pour chacun des calibres de 12 et de 24^{liv}, servira pour l'établissement des tables de tir. Avant d'adopter le même modèle pour le canon de 8^{po}, il a paru indispensable de faire quelques essais, dont le colonel Chklarévitch et le lieutenant-colonel Strijef ont été chargés.

La fusée employée est la fusée à temps de 15 secondes.

(*Journal d'artillerie russe.*)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Les Réquisitions militaires. — **Commentaire de la loi du 3 juillet 1877 et du règlement d'administration publique du 2 août 1877, par M. Henri Morgand, docteur en droit, rédacteur au Ministère de l'Intérieur (2e éd.).—Berger-Levrault et Cie, 1880. Prix: 6 fr.**

Un pareil livre, dont la deuxième édition vient d'être mise à jour est d'une utilité incontestable, non-seulement pour les autorités civiles chargées le plus généralement d'appliquer la loi, mais aussi pour les officiers de toutes armes, qui doivent être parfaitement au courant de la question, de façon à pouvoir garantir les intérêts de leurs hommes, sans outre-passer leurs droits. Ces connaissances sont d'une application pour ainsi dire journalière, car il faut y faire appel, non-seulement en cas de mobilisation, mais souvent aussi lorsqu'il s'agit de détachements, de routes à l'intérieur, et enfin des grandes manœuvres. L'ouvrage de M. Morgand a donc sa place marquée dans toutes les bibliothèques militaires.

Manuel du Brancardier régimentaire, rédigé pour l'exécution de la circulaire ministérielle du 25 novembre 1879, par le docteur L. Granjux, médecin-major de 2e classe au 119e de ligne. — Berger-Levrault et Cie, 1880. Prix : 1 fr.

Soulager les blessés et, toutes les fois que les circonstances le rendent possible, exécuter un pansement sommaire qui leur permette de se rendre à l'ambulance, ou d'attendre qu'on vienne les enlever, est un devoir que l'on doit chercher à remplir. A ce point de vue, le manuel du docteur Granjux, est peut-être utile, non-seulement aux brancardiers, mais à tous les hommes. Le texte est accompagné de nombreuses figures qui rendent les explications fort claires et les mettent à la portée de tous. Aussi ne peut-on que recommander l'acquisition de ce petit volume pour les bibliothèques de quartier.

Leçons de Thermodynamique pure, par Ch. Viry, professeur à l'école normale de Cluny. — Paris, 1877, Dejey et Cie.

La thermochimie et la thermodynamique ont permis seules de jeter quelque lumière sur la théorie si complexe et encore si obscure des effets de la poudre dans les armes. Elles ont été le point de départ des études de M. Résal, puis de M. Sarrau, qui ont posé d'une manière définitive le problème du mouvement du projectile dans l'âme d'un canon. C'est aussi en se basant sur la théorie mécanique de la chaleur qu'Athanase Dupré est arrivé à établir une relation entre la résistance de l'air et la vitesse du projectile. En n'ayant à sa disposition que des renseignements insuffisants, en n'appliquant son mode d'expérimentation que dans des limites très étroites, le savant professeur n'avait pu donner à ses formules la précision désirable. En appliquant ces méthodes à la représentation des résultats déduits des expériences les plus récentes, M. le colonel Sébert a obtenu des formules d'une exactitude remarquable, pouvant donner une explication plausible des particularités restées jusqu'ici fort obscures, relativement au rôle que joue la forme arrière du projectile.

Ce n'est qu'en appliquant les principes de la thermodynamique qu'on arrive à résoudre complétement, sinon à poser les problèmes si difficiles de la balistique intérieure et de la balistique extérieure, dans la résolution desquels avaient échoué les plus habiles analystes. La connaissance de cette science s'impose donc aux officiers d'artillerie désireux de faire progresser leur arme, ou même de se tenir seulement au courant des perfectionnements. Ces officiers trouveront dans l'ouvrage de M. Viry un exposé complet de cette science dont les applications sont aujourd'hui universelles.

Ce livre est la reproduction d'une partie du cours de mécanique professé aux élèves de l'École normale de Cluny. L'auteur y a conservé la division en leçons et n'a fait, en quelque sorte, que reproduire, après les avoir corri-

gées, les notes prises au cours par ses élèves, ce qui rend très facile la lecture d'un ouvrage qui se fait remarquer par sa clarté et son esprit méthodique.

« Ce volume, dit M. de Comberousse dans un compte « rendu, est un essai de vulgarisation très bien conçu, « car il simplifie, il élucide sans abaisser la science, sans « rien enlever à sa généralité; et, en la maintenant dans « les régions nécessaires forme un tout complet. Ce livre, « bien qu'il soit principalement un livre d'enseignement, « ne néglige aucun développement et est très complet et « très au courant des expériences nouvelles. »

Dans les divers ouvrages qui traitent de la thermodynamique, on passe très légèrement sur les principes fondamentaux de cette science, on les admet, pour ainsi dire, *à priori*. Dans l'ouvrage de vulgarisation dont nous nous occupons, au contraire, ces deux principes sont exposés d'une manière très complète et avec tous les développements historiques nécessaires.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude et à la démonstration du principe de l'équivalence du travail et de la chaleur, considéré lui-même comme une conséquence du principe de la conservation de l'énergie. La seconde partie traite du principe de Carnot ou du principe de l'égalité de rendement.

Les applications pratiques sont nombreuses, les machines thermiques sont étudiées d'une façon très-complète au point de vue économique, comparées entre elles et comparées à la machine à vapeur. M. Viry démontre très nettement la supériorité théorique du moteur à vapeur. Quoique dans ses applications, l'auteur n'ait jamais emprunté d'exemple à l'artillerie, cet ouvrage forme un excellent guide pour tous les officiers qui désirent aborder cette science si délicate de la chaleur, si féconde en résultats aussi bien pour le constructeur de canons que pour l'ingénieur et le poudrier.

Le Gérant : CH. NORBERG.

HISTORIQUE DES ÉTUDES

FAITES A CALAIS

SUR LES CANONS RAYÉS DE CAMPAGNE

TROISIÈME PARTIE

[*Suite*] (1).

CHAPITRE VI.

ESSAIS DE 1876.

On se rappelle que, sur la demande du président du Comité de l'artillerie, le Président de la République avait ordonné, au mois de juin 1875, la mise en commande de 20 batteries d'essai, destinées à être mises, en 1876, entre les mains des troupes, pour des expériences en grand.

Ces batteries, dont 12 du calibre de 90^{mm} et 8 du calibre de 80^{mm}, devaient être construites (moitié par moitié) d'après les systèmes proposés par les commandants de Lahitolle et de Bange, et essayées comparativement à Calais dans le courant de l'année 1875.

Tracé extérieur des canons de 90^{mm} et 80^{mm}.

En attendant le résultat de ces essais, une commission spéciale, créée par décision ministérielle du 31 juillet 1875, fut chargée, sous la présidence du général Susane, de déterminer d'une manière définitive les dimensions extérieures des canons de 90^{mm} et 80^{mm}, tout en réservant le finissage intérieur pour le moment où l'on pourrait se pro-

(1) Voir *Revue d'artillerie : Introduction*, t. XII, p. 289, 393, 481 ; Première partie, t. XIII, p. 1, 113 ; Seconde partie, t. XIII, p. 321, 409, 505 ; t. XIV, p. 1 ; Troisième partie, t. XIV, p. 193 ; t. XV, p. 5 et 105.

noncer en faveur de l'un ou de l'autre des deux systèmes en expérience (1).

Cette mesure avait été prise, sur la demande du président du Comité, dans le but de mettre immédiatement en commande dans l'industrie les pièces de forge des canons, tubes et frettes, d'en commencer même au besoin l'usinage et aussi d'entreprendre la construction des affûts, ce qui devait avancer d'autant l'époque à laquelle le nouvel armement pourrait être terminé.

Le rôle de la commission et l'objet de ses recherches avaient été définis dans une note émanant du cabinet du Président de la République, relative aux dispositions arrêtées à Versailles le 24 juillet 1875. On y trouve les paragraphes suivants :

« 1° Une commission spéciale arrêtera d'ici quinze jours « une forme extérieure de bouche à feu, à laquelle seront « assujetties toutes les pièces de 90^{mm} de Lahitolle et de « Bange. Elle fera de même pour les canons de 80^{mm} de « ces deux officiers, et, en outre, elle choisira un système « de fermeture de culasse qui sera appliqué à ces quatre « pièces.

« 2° Ces premiers éléments une fois déterminés, on com- « mandera sans délai dans l'industrie des tubes de 80^{mm} et « 90^{mm} qui seront exécutés conformément aux dimensions « fixées. On donnera aux établissements industriels des « tracés qui leur permettront de commencer immédiatement « l'usinage de la pièce et de la culasse, et de le pousser

(1) Composition de la Commission :

MM. le général de division Susane, membre du Comité, président ;

Le colonel de Montluisant, président de la Commission d'expériences de Calais ;

Le lieutenant-colonel Cary, chef du service des forges et fonderies au Dépôt central ;

Le chef d'escadron Zœgger, membre de la Commission de Calais ;

Le chef d'escadron Florentin, adjoint au service des forges et fonderies au Dépôt central ;

Le capitaine Sionnet, adjoint à la direction de Vincennes ;

Le capitaine Roger, directeur de l'atelier de construction de Puteaux ;

Le capitaine Lambert, aide de camp du général Susane, rapporteur.

MM. les commandants de Lahitolle et de Bange et M. l'ingénieur Kreutzberger furent mis à la disposition de la Commission pour lui donner tous les renseignements qui leur seraient demandés.

« jusqu'à un degré d'avancement déterminé. Les ateliers « de l'État ayant à traverser une période de transition « pendant laquelle ils pourraient se trouver inoccupés, on « leur confiera, au besoin, une portion de ce dernier tra- « vail, dans la mesure nécessaire pour éviter le chômage.

« Le dernier achèvement de l'âme aura lieu dans les « établissements de Tarbes et de Bourges, à l'époque où « les types seront complètement arrêtés. »

Le président du Comité fut en outre chargé de donner au président de la commission des instructions précises sur l'objet des recherches de la commission. Voici les principaux passages de la lettre qu'il lui écrivit à ce sujet.

« Il s'agit de déterminer un tracé extérieur pouvant se « prêter à l'application, à l'intérieur, de l'un ou l'autre des « deux systèmes en présence, et, par suite, de se prononcer « immédiatement sur certaines questions qui me paraissent « devoir être tranchées. Le frettage est celle de ces ques- « tions qui vient en première ligne.

« Les deux systèmes de frettage proposés ont été soumis « à de très nombreuses expériences, et je crois qu'on est « suffisamment fixé sur le degré de résistance de chacun « d'eux. On peut donc faire dès à présent à cet égard un « choix éclairé et définitif, en pesant les avantages et les « inconvénients de chacun d'eux. De ce choix résultera le « tracé du tube et des frettes, tracé pour lequel il y aura « lieu de tenir compte des différences de diamètre que « présentent les chambres, afin de conserver partout des « épaisseurs de métal suffisantes, et de l'inégalité de lon- « gueur d'âme des deux pièces à usiner. Ces divergences « sont actuellement ramenées à des proportions très faibles.

« Dans les pièces du commandant de Lahitolle, la pré- « pondérance est à la culasse, tandis que le commandant « de Bange avait l'intention de la mettre à la volée. En « raison de cette différence, il aurait été très difficile « d'usiner les pièces, et le frettage immédiat aurait été « presque impossible. Le commandant de Bange ayant

« consenti à conserver la prépondérance à la culasse, on « pourra fixer complètement les dimensions et le placement « des frettes.

« La commission fera, pour les pièces de 80^{mm}, un travail « analogue à celui qui concerne le calibre de 90^{mm}, en pre- « nant pour point de départ les pièces essayées récemment « à Calais (type de Nevers pour le canon de Lahitolle). « Cependant, cet officier supérieur ayant proposé tout ré- « cemment pour ce calibre une nouvelle pièce qui différerait « beaucoup de la précédente, mon intention est, tout en « envoyant au ministre les tracés qui seront arrêtés, de lui « demander de ne pas faire couler immédiatement les « tubes et les frettes correspondant à cette bouche à feu. »

La commission se réunit le 6 août 1875, et décida qu'elle passerait immédiatement, dans l'ordre suivant, à l'étude des questions qui étaient à résoudre pour le calibre de 90^{mm} :

1° Frettage ;

2° Prépondérance ;

3° Mode de fermeture de culasse.

Voici, d'après le rapport de la commission, les appréciations émises par elle sur chacune de ces questions :

Au point de vue du frettage, deux opinions étaient en présence.

D'une part, celle du commandant de Bange, partisan d'un tube d'une seule venue, sans aucune espèce de renflement ou de ressauts, se composant seulement d'une partie cylindrique et d'une partie tronconique. D'après lui, au point de vue de la trempe, « si l'on avait des variations de diamètre, on pourrait craindre des fêlures, il y aurait des fibres dans un état d'équilibre instable ; au point de vue du martelage, les raccordements, les congés sont très difficiles à marteler ».

D'autre part, l'opinion du commandant de Lahitolle était que les ressauts existants dans sa pièce de 90^{mm}, essayée à Calais, ne sont pas si graves qu'il en résulte

de sérieuses difficultés au point de vue du martelage et du frettage, et qu'en revanche, avec une frette-culasse analogue à celle de la pièce de 90^{mm}, on a l'avantage d'avoir deux points fixes, et, par suite, serrage longitudinal.

Cette dernière partie de l'opinion du commandant de Lahitolle n'était pas partagée par un certain nombre de membres de la commission.

Tout en reconnaissant que les deux systèmes avaient parfaitement résisté dans les expériences faites jusqu'alors à Calais, la commission, d'un avis unanime, préféra le système de frettage du commandant de Bange, comme donnant de plus grandes facilités de fabrication et étant sujet à moins de mécomptes.

En conséquence, la commission décida que le tube serait composé de deux parties, l'une cylindrique à l'arrière, l'autre tronconique à l'avant, et que les frettes se placeraient par la culasse, la plus rapprochée venant buter contre un petit ressaut.

La question de la détermination du tracé du tube et des frettes et de leurs dimensions souleva forcément celle des dimensions de la chambre à poudre, bien que cette question dût être complètement réservée. En effet, dans le tracé des pièces de Bange, la chambre était étroite et longue, dans le but d'avoir un intérieur de canon qui fût, autant que possible, l'image de l'extérieur ; dans le tracé des pièces de Lahitolle, au contraire, elle était large et courte. Comme il fallait adopter un tracé extérieur du tube offrant assez de résistance pour que l'on pût indifféremment appliquer à l'intérieur le tracé de l'une ou l'autre chambre, il était nécessaire, à moins de prendre des épaisseurs de métal exagérées, que les dimensions de ces chambres ne dépassassent pas certaines limites.

Le commandant de Lahitolle abandonna alors son tracé, malgré les difficultés qu'il prévoyait pour l'établissement de sa chambre à poudre, dont il serait forcé de réduire le diamètre de 2 ou 3 millimètres, bien qu'il jugeât conve-

nable de ne pas trop l'allonger en vue du compartimentage des coffres.

La question du frettage se trouvant ainsi complètement résolue, la question de la prépondérance l'était également, puisque le commandant de Bange consentait à la mettre à la culasse, comme dans les pièces du commandant de Lahitolle.

Le président de la commission invita alors les commandants de Lahitolle et de Bange à s'entendre pour proposer à la commission un tracé extérieur unique pour le canon de 90^{mm}. Sur la demande du commandant de Lahitolle, on leur adjoignit le commandant Florentin, membre de la commission, qui, en 1873 et 1874, avait participé aux études relatives au canon de 90^{mm} n° 1.

Le tracé suivant (page 255), satisfaisant aux conditions qui leur avaient été posées, fut approuvé par la commission.

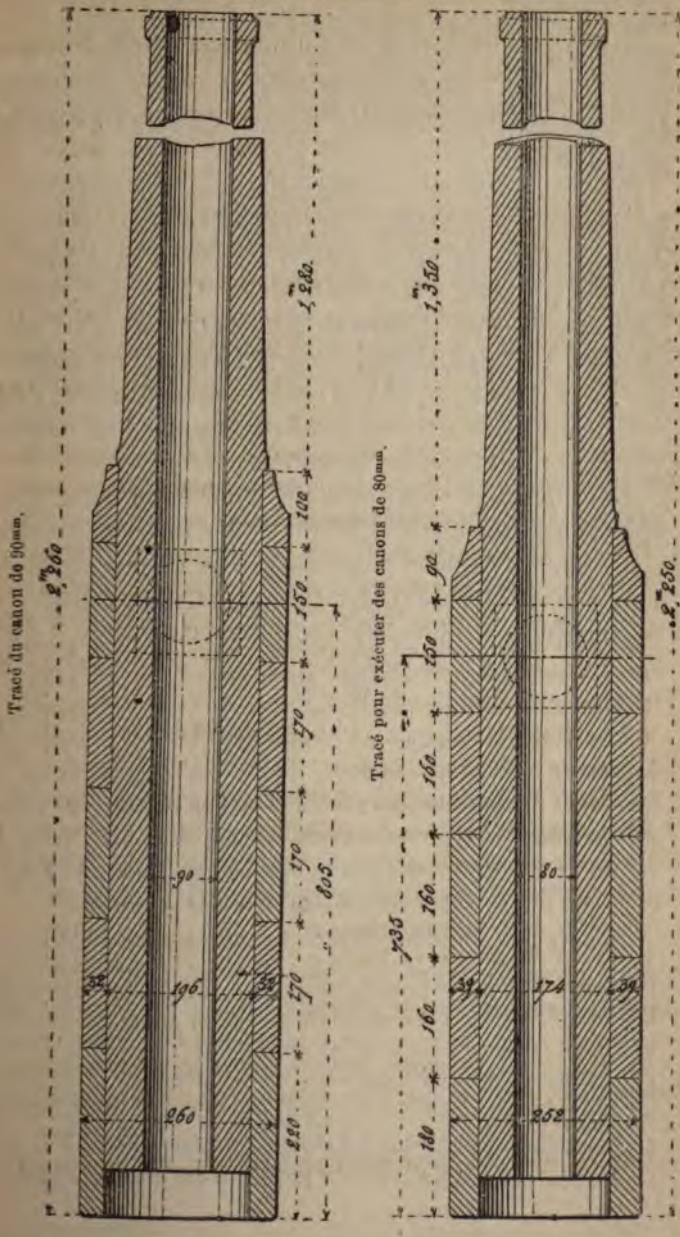
En voici les principales dimensions :

Poids du canon, environ	500^{k}
Prépondérance à la culasse	15 à 20^{k}
Longueur du tube	2^{m},20
Diamètre de la partie cylindrique du tube	196^{mm}
Diamètre de la vis à l'extérieur des filets	114
Diamètre des frettes à l'extérieur	260
Saillie de la frette-culasse sur le tube	60
Longueur de la frette-culasse	220
Longueur de chacune des trois frettes intermédiaires	170
Écartement des embases des tourillons	260
Longueur des tourillons	70
Diamètre des tourillons	104
Longueur de la frette-tourillon	150
Longueur de la frette de butée	100
Diamètre de la volée près du bourrelet	135
Rayon de congé raccordant le tourillon avec son embase	10

Il fut décidé, en outre, que la pièce aurait une plate-bande de bouche, et que l'on tâcherait d'avoir une anse sur la frette-tourillon.

Contrairement à la proposition faite par quelques mem-

Tracés de la Commission spéciale.



bres, de porter l'écartement des embases à 268 millimètres, afin de pouvoir, au besoin, placer le canon de 90^{mm} sur l'affût de 7, la commission maintint l'écartement de 260 millimètres qui avait été adopté par les commandants de Lahitolle et de Bange, dans le but de resserrer les flasques le plus possible.

Les dimensions de la vis étant arrêtées à 114 millimètres de diamètre à l'extérieur des filets (les filets étant de 5 millimètres), la question de la fermeture de culasse se trouvait, par suite, à peu près tranchée. La commission décida donc qu'elle adoptait le mode de fermeture du commandant de Bange, en conservant la déviation de la poignée fixe de la vis-culasse, afin de réserver pour plus tard, s'il y avait lieu, la possibilité de revenir à l'emploi de la lumière centrale et de l'étoupille obturatrice.

La commission ne put résoudre d'une façon aussi complète la question du tracé pour le calibre de 80^{mm}. En effet, si les canons de 90^{mm} présentés par les commandants de Lahitolle et de Bange et expérimentés à Calais, étaient établis dans des conditions trop peu différentes pour qu'il y eût des difficultés à trouver une solution, il n'en était pas de même pour le calibre de 80^{mm}.

Les deux types qu'elle devait prendre pour point de départ de son étude étaient, d'après les instructions du président du Comité, les pièces essayées récemment à Calais, savoir : le type de Nevers, pesant 465 kil., pour le canon de Lahitolle, et le canon de Bange pesant 475 kil., et tirant aux grandes vitesses de 485 à 500 mètres.

Depuis lors, les deux inventeurs avaient abandonné ces deux premiers types et établi d'autres projets pour les pièces qui, d'après les ordres du ministre, devaient être mises en essai dans les corps de troupe. Le nouveau canon du commandant de Bange devait toujours tirer à la vitesse de 485 mètres, mais il ne pesait plus que 425 kil. Celui du commandant de Lahitolle était encore plus léger, 330 kil. seulement ; la vitesse avait été réduite à 450 mètres environ.

Sans vouloir entrer dans des considérations relatives au choix à faire entre ces différents modèles, la commission décida qu'elle s'en tiendrait simplement au programme qui lui avait été fixé. En conséquence, elle établit un tracé intermédiaire entre le canon de Nevers et le premier canon de Bange, et, par conséquent, basé sur deux pièces ayant subi la sanction de l'expérience.

Elle décida, en outre, que ce tracé serait accompagné de la légende suivante : *Tracé pour exécuter des canons de* 80^{mm} (voir page 255).

Les principales dimensions du tube et des frettes adoptées par la commission furent les suivantes :

Poids du canon, environ	460^{k}
Prépondérance à la culasse	15 à 20^{k}
Longueur du tube	2^{m},20
Diamètre de la partie cylindrique du tube	174^{mm}
Diamètre de la vis à l'extérieur des filets	100
Diamètre des frettes à l'extérieur	252
Saillie de la frette-culasse sur le tube	50
Longueur de la frette-culasse	180
Longueur de chacune des trois frettes intermédiaires	160
Écartement des embases des tourillons	252
Longueur des tourillons	70
Diamètre des tourillons	104
Longueur de la frette-tourillon	150
Longueur de la frette de butée	90
Diamètre de la volée près du bourrelet	120
Rayon du congé raccordant le tourillon avec son embase	10

En ce qui concerne le canon de 90^{mm}, la solution présentée par la commission étant complète, le ministre en approuva le tracé à la date du 30 août. Tout était donc prêt pour que l'on pût mettre en commande dans l'industrie des tubes et des frettes, et pousser ensuite l'usinage dans les ateliers de l'État jusqu'à ce qu'il ne restât plus à faire que les chambres et le rayage, pour terminer les bouches à feu.

D'un autre côté, comme les nouveaux canons de 80mm, présentés par le commandant de Lahitolle, étaient établis dans un tout autre ordre d'idées que les bouches à feu du même calibre essayées jusque-là, et qu'il n'avait point été possible de concilier dans un même tracé des pièces présentant entre elles des divergences aussi grandes, la question fut réservée en ce qui concernait le calibre de 80mm. Les inconvénients de ce retard étaient d'autant moindres que les pièces de 80mm ne devaient entrer dans l'armement des corps d'armée que dans une proportion beaucoup plus faible que celles du calibre de 90mm.

Tel était l'état de la question lorsque les batteries d'essai furent mises entre les mains des troupes chargées de les expérimenter pendant la campagne d'été de 1876. Les 20 batteries construites furent divisées en 10 groupes de 2 batteries de même calibre et de systèmes différents, puis réparties entre 10 régiments d'artillerie (1). Le matériel de chaque batterie dut être attribué, pendant toute la durée des expériences, à une même batterie spécialement désignée. Dans chacun des régiments, une commission, composée de deux officiers supérieurs, des deux capitaines commandant les batteries et du capitaine directeur du parc, fut chargée de diriger les essais.

Un programme des expériences comparatives à exécuter fut envoyé à chaque commission le 22 mai 1876; en outre des dispositions spéciales, il y était stipulé que, dans son rapport d'ensemble, chaque commission devrait indiquer, d'une manière explicite, auquel des deux systèmes il convenait, suivant elle, de donner la préférence. Des notices

(1)

2 batteries de 80mm . .	35e rég. à Vannes (11e corps).
—	32e rég. à Orléans (5e corps).
—	25e rég. à Châlons (6e corps).
—	36e rég. à Clermont (13e corps).
2 batteries de 90mm . .	1er rég. à Bourges (8 corps).
—	8e rég. à Châlons (6e corps).
—	16e rég. à Clermont (13e corps).
—	17e rég. à La Fère (2e corps).
—	19e rég. à Valence (.5e corps).
—	14e rég. à Tarbes (18e corps).

concernant la description du matériel soumis aux expériences leur furent également adressées.

Avant de donner une analyse succincte de ces différents rapports, il reste à indiquer quelles étaient les modifications apportées, par les commandants de Lahitolle et de Bange, aux types primitifs qu'ils avaient présentés.

CANONS DE LAHITOLLE.

(PL. V.)

Dans une note, rédigée à la date du 12 juin 1875, c'est-à-dire quelques jours après qu'on eut décidé l'essai en grand des batteries des deux systèmes, le commandant de Lahitolle terminait en résumant ainsi qu'il suit ses idées sur les calibres et les poids à adopter pour les pièces de campagne :

« Toutes les pièces faisant partie d'un corps d'armée « sont appelées à jouer le même rôle, à se trouver dans les « mêmes circonstances sur le champ de bataille. Il faut « donc n'avoir qu'un calibre, qu'un canon pour armer la « masse des batteries combattantes et choisir, dans ce but, « une pièce plus puissante que la pièce prussienne. Les « batteries à cheval destinées à opérer isolément, à se « plier aux mouvements de la cavalerie, doivent avoir une « pièce légère, mais douée des mêmes qualités que l'autre « au point de vue de la justesse et de la portée. Enfin, il « existe, sur les champs de bataille, certaines positions « qu'il y a intérêt capital à attaquer ou à défendre vigou- « reusement. Pour remplir ce rôle, il faut une pièce puis- « sante et, par suite, d'un calibre supérieur aux pièces de « campagne.

« On est donc amené à avoir trois canons : le canon de « 95^{mm} pour défendre et attaquer les positions, le canon de « 90^{mm} pour armer les batteries de corps d'armée, le canon « de 80^{mm} pour accompagner la cavalerie. »

Le canon de 95^{mm} a déjà été étudié dans un précédent

chapitre [1]; il ne sera donc question ici que des canons de 90^{mm} et 80^{mm}, les seuls du reste qui dussent être soumis aux essais en grand, comparativement avec les canons de même calibre du système de Bange.

Ces bouches à feu se composaient d'un tube en acier fondu, forgé, foré et trempé par l'industrie privée, puis usiné à la fonderie de Bourges, et de frettes en acier puddlé trempé à l'eau qui avaient été complètement finies par l'industrie privée. La fonderie avait tourné les corps de canon à la demande des frettes, en tenant compte du serrage, puis elle avait mis les frettes en place.

Canon de 90^{mm}.

Les canons de 90^{mm}, usinés à la fonderie de Bourges, d'après les tracés du commandant de Lahitolle, ne devaient pas différer du canon de 90^{mm} n° 1, essayé à Calais en 1874 et présenté comme pièce de bataille par les commandants de Lahitolle et Florentin. Lorsque le tracé établi par la commission de Paris eut été approuvé par le ministre, 24 de ces canons étaient déjà presque terminés, on ne put donc y apporter aucun changement. Pour les 12 autres, le commandant de Lahitolle se conforma au tracé extérieur, tel qu'il avait été déterminé, et leur adapta le mécanisme de fermeture du système de Bange.

Les batteries de 90^{mm} mises en essai, en 1876, sous le nom de batteries de canons de Lahitolle, n'étaient donc pas complètement identiques. Quatre comprenaient des canons dits du type n° 1, les deux autres, des canons du type n° 2 (tracé de la commission).

Canons de 90^{mm} *n°* 1. — Les bouches à feu du type n° 1 ne possédaient pas d'anses; pour les manœuvres de force, on se servait de deux poignées fixées à deux bras articulés qui remplissaient le rôle de fausses anses. Les bras articulés étaient terminés par des tenons qui pénétraient dans

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 5.

des crapaudines ménagées dans les tourillons (fig. 2). Le poids du canon soulevé tendait à faire rentrer de plus en plus les tenons dans leur logement. Sur la frette-culasse, était ménagée une table de niveau pour le quart de cercle.

Quelques modifications avaient été également apportées dans le tracé intérieur. La chambre à poudre avait été allongée, sa longueur était de 207^{mm} au lieu de 154^{mm}, son diamètre restant égal à 100^{mm}. Elle devait donc permettre l'emploi de plus fortes charges sans que la densité de chargement fût augmentée. Le raccordement tronconique de la chambre avec l'âme avait été plus fortement penté, de façon à assurer la position de chargement de l'obus d'une manière plus rigoureuse (*voir* fig. 4 le tracé de la chambre du canon de 80^{mm} qui est semblable). Enfin, l'inclinaison finale des rayures avait été portée de 6° à 7°, le pas ayant été réduit de 30 calibres à 25 calibres.

Canons de 90^{mm} *n°* 2. — Les canons du type n° 2 (tracé de la commission) avaient des anses rapportées. La frette-tourillon et la frette cylindrique juxtaposées avaient chacune une bande en saillie. A l'usinage, cette bande avait été coupée, puis mortaisée pour y loger le pied des anses.

Le tracé intérieur était identiquement le même que pour les précédents, sauf en ce qui concernait les dimensions de l'écrou de la vis-culasse, le diamètre de la vis de fermeture ayant été fixé à 114 millimètres, à l'extérieur des filets, par la commission de Paris, tandis que, dans les canons n° 1, ce diamètre était de 132 millimètres.

Le mécanisme de culasse des canons n° 2, analogue à celui des canons de Bange, avait été imité d'un modèle de fermeture en bois envoyé à la fonderie de Bourges : cependant, il présentait quelques différences dans les détails de construction. La tête de la vis-culasse, d'un diamètre inférieur au corps, était filetée et, sur cette partie filetée, se vissait une manivelle en acier trempé à l'huile ; cette manivelle, au lieu de porter un bras et une manette, se terminait par une charnière dans laquelle se fixait, à

l'aide d'un boulon, une pièce en acier trempé à l'huile affectant la forme d'un levier et nommée poignée mobile. Quand la culasse était fermée, cette pièce tombait verticalement le long du volet; le petit bras arrondi du levier venait, dans la position de fermeture, se loger dans un encastrement ménagé sur le volet; de sorte que, pour dévisser la culasse, il fallait relever d'abord la poignée mobile avant d'imprimer le mouvement de rotation à la culasse. La poignée fixe du système de Bange avait été remplacée par une queue en bronze qui se vissait par-dessus la manivelle, comme dans les autres canons du système de Lahitolle.

La tête mobile portait vers l'extrémité de sa tige, qui dépassait la vis, un collet suivi d'un renflement. Un anneau brisé, venant s'appuyer, d'une part, sur la partie antérieure de la culasse, de l'autre, sur le renflement qui suivait le collet, le tout avec un certain jeu, embrassait la tête mobile et l'empêchait de se séparer de la culasse. Pour retenir cet anneau brisé et l'empêcher de s'ouvrir, on l'avait logé dans une gorge circulaire, creusée à l'intérieur de la queue en bronze. La commission d'études du Dépôt central avait déjà employé l'anneau brisé, l'année précédente, sur des pièces de gros calibres. Un canal de lumière avait été percé dans l'axe de la tête mobile; comme aucune étoupille obturatrice n'avait encore donné de bons résultats, on devait employer un dispositif spécial, c'est-à-dire un obturateur de lumière; mais cet appareil occasionna de nombreux ratés et un ralentissement dans le tir; aussi, le canal, creusé dans la tête mobile, fut ensuite bouché, et on plaça, comme dans les canons n° 1, un grain de lumière dans le corps du canon.

Munitions. — Les munitions étaient identiquement les mêmes pour les canons de 90^{mm} des deux types.

La poudre employée était la poudre C_1; le poids de la charge avait été fixé primitivement à $1^k,500$ (1), il fut por-

(1) Avec la charge de $1^k,500$, la densité de chargement devait être de 0,849. La

té à $1^k,650$ pour les canons n° 1 et $1^k,550$ pour les canons n° 2. Elle était contenue dans un sachet en serge ou en toile amiantine (1), dont le diamètre avait été primitivement fixé à 95^{mm} et la longueur à 190^{mm}, cocarde comprise.

Trois sortes de projectiles avaient été établis, savoir :

L'obus ordinaire dit obus modèle 3D;

Un obus à double paroi dit obus modèle 3E;

Un obus à double paroi et à balles dit modèle 3B.

Comme on le voit, le commandant de Lahitolle n'avait pas établi d'obus à balles proprement dit; il remplaçait ce genre de projectile par un obus à la fois à double paroi et à balles. Les deux derniers modèles avaient extérieurement identiquement la même forme, les mêmes dimensions et sensiblement le même poids que l'obus ordinaire. On pouvait donc les tirer en employant la même charge et les mêmes hausses.

L'obus ordinaire, modèle 3D (fig. 6), avait la forme générale de l'ancien obus de 90^{mm}, modèle D, établi précédemment par le commandant de Lahitolle; mais il n'avait pas de cannelures longitudinales à l'intérieur. Comme pour les obus du système de Bange, la ceinture arrière avait été placée dans le moule, avant la coulée du projectile.

Le diamètre de cette ceinture de cuivre était de $91^{mm},6$ à la grande base et de 91 millimètres à la petite base, celui de l'âme au fond des rayures de $91^{mm},2$; le forcement était de $0^{mm},4$.

L'obus ordinaire renfermait 315 grammes de poudre C_1

---

vitesse initiale calculée d'après les formules de M. Sarrau était de 444 mètres, la tension maximum 2 100 atmosphères environ. Avec le serrage de $0^{mm},3$ des frettes sur le corps du canon, d'après le calcul fait à la fonderie par le capitaine Duguet, la pièce pouvait supporter une tension maximum de 2 800 atmosphères sans que le corps du canon travaillât à plus de 20 kil. et les frettes à plus de 30 kil. par millimètre carré. A l'état de repos, la surface intérieure du corps du canon à l'emplacement de la chambre supportait une compression de 20 kil. par millimètre carré. Les conditions de réception du métal à canon et des frettes étaient les suivantes : Pour le tube ou corps du canon, élasticité, 29 kil. au minimum; rupture, 60 kil. au minimum; allongement, 10 p. 100. Les mêmes frettes devaient supporter sans déformation appréciable un serrage de $1^{mm},75$ par mètre courant compté sur le diamètre; et sans se rompre, un serrage de $3^{mm},5$.

Le métal du corps du canon avait en outre été éprouvé au choc.

(1) La toile amiantine est un tissu de bourre de soie imprégné d'huile

et pesait tout chargé $8^k,125$, c'est-à-dire un peu plus que l'obus du type primitif, essayé précédemment à Calais.

La disposition intérieure des obus à double paroi et à balles était la même que celle des anciens obus à balles de 4 et de 12.

Tous ces obus étaient armés de la fusée percutante Budin.

Matériel. — L'affût commun aux deux modèles de canons était semblable à celui qui avait servi pour le tir à Calais du canon de 90^{mm} n° 1 ou canon divisionnaire. On y avait seulement introduit quelques modifications indiquées la plupart par les expériences de Calais et destinées à faire disparaître certaines imperfections. Pour compléter le matériel afférent aux batteries de 90^{mm}, système de Lahitolle, on s'était servi de l'avant-train modèle 1827, du caisson modèle 1827, ainsi que du coffre modèle 1840, afin de donner la possibilité d'utiliser la grande quantité de ces objets qui se trouvaient dans les approvisionnements. Le coffre reçut un compartimentage nouveau, de façon à contenir 32 coups.

Canon de cavalerie de 80^{mm}.

Au moment où la commission de Paris était réunie pour arrêter les tracés extérieurs des canons à mettre en essai dans les corps de troupe, la commande des 24 pièces de 80^{mm}, du poids de 330 kil., à établir d'après les nouveaux tracés proposés par le commandant de Lahitolle, venait d'être faite à la fonderie de Bourges. La solution relative au calibre de 80^{mm} ayant été réservée, il ne fut apporté à cette commande aucun changement.

Dans l'établissement de cette nouvelle pièce, le commandant de Lahitolle avait recherché, avant tout, la mobilité et la légèreté. Il voulait que ce canon pût suivre partout la cavalerie qui, de nos jours, en présence des armes à tir rapide, doit plus que jamais posséder la hardiesse et la rapidité.

En adoptant un obus de $5^k,600$ environ et une vitesse

initiale peu inférieure à 450 mètres, le commandant de Lahitolle estimait que son canon de cavalerie de 330 kil., supérieur au canon léger allemand au point de vue de la mobilité, aurait une puissance analogue à celle de cette bouche à feu dont le projectile pèse 5 kil. et a une vitesse initiale de 465 mètres.

La pièce de 80^{mm} présentait tout à fait à l'extérieur, comme à l'intérieur, les mêmes dispositions que les canons de 90^{mm} du type n° 1 (fig. 4). Une partie des canons de 80^{mm} avaient des anses rapportées ; les autres étaient munis d'une paire de fausses anses.

Le poids de la charge de poudre C_1 avait été fixé à 1 kil. (1).

Les projectiles étaient également de trois sortes :

L'obus ordinaire dit obus n° 3 ;

L'obus à double paroi ou obus n° 4 ;

L'obus à double paroi et à balles ou obus n° 5.

Comme tracé, organisation intérieure, mode de montage, les projectiles de 80^{mm} étaient semblables à ceux de 90^{mm}. Le forcement était le même.

L'obus ordinaire contenait 325 grammes de poudre C_1, et pesait tout chargé 5^{k},627. Le poids de la bouche à feu n'était donc égal qu'à 59 fois celui de l'obus, tandis que le canon léger allemand pesait 78 fois son projectile (390^{k}).

Une décision ministérielle avait imposé pour le canon de 80^{mm} l'affût de 5 de campagne renforcé. Le commandant de Lahitolle y adapta l'appareil de pointage qu'il avait déjà appliqué sur les affûts destinés aux canons de 95^{mm}, puis de 90^{mm}. L'avant-train était le même que celui de 5. Les

(1) Avec la charge de 1 kil. de poudre C_1, la densité de chargement était de 0,73. La vitesse initiale calculée d'après la formule de M. Sarrau était de 423 mètres ; la tension maximum de 1 570 atmosphères. Le commandant de Lahitolle avait proposé en outre une charge de 1^{k},100 avec une densité de chargement de 0,80. Dans ces nouvelles conditions, la vitesse initiale théorique devenait égale à 447 mètres et la tension était portée à 1 790 atmosphères.

Avec le serrage de 0^{mm},2 donné aux frettes, la pièce pouvait supporter une tension maximum de 2 000 atmosphères. Dans ces conditions, le corps du canon ne travaillait pas à plus de 20 kil. et les frettes à plus de 30 kil. par millimètre carré. A l'état de repos, la surface intérieure du canon, à l'emplacement de la chambre, supportait une compression de 10 kil. par millimètre carré.

coffres à munitions étaient de deux sortes : un coffre modèle 1858 renfermant 30 coups seulement, et un coffre modèle 1858 allongé aménagé pour 40 coups.

Avant d'être expédiés aux régiments chargés de les expérimenter, les canons de Lahitolle furent soumis à un tir d'épreuve, effectué par les soins de la fonderie de Bourges. Cette épreuve consista en six coups tirés avec les projectiles normaux et la poudre C_1 dans les conditions suivantes :

	CANONS DE 90mm.	CANONS DE 80mm.
2 coups à	1k,000	0k,800
2 coups à	1 ,250	0 ,900
2 coups à	1 ,600	1 ,100
Charge normale . . .	1 ,500	1 ,000

CANONS DE BANGE.

(PL. V.)

Les bouches à feu présentées par le commandant de Bange étaient, dans leurs parties essentielles, absolument identiques à celles qui avaient été expérimentées à Calais en 1875. Elles s'écartaient peu des types arrêtés par la commission spéciale ; cependant la longueur du tube avait été prise un peu plus grande. Les corps de canon et les frettes sortaient de l'usine du Creusot. La plupart de ces pièces avaient été usinées par l'atelier de Puteaux, d'après un type établi à l'atelier de précision du Dépôt central de l'artillerie. L'appropriation du matériel existant au transport des munitions avait été étudiée par les soins du service du matériel au Dépôt central. Le commandant de Bange proposait pour ces pièces une hausse dont la tige était triangulaire ; sur une des faces, étaient inscrites les dérives correspondant aux différentes distances.

Canon de 90mm.

Les canons de 90mm du système de Bange, soumis aux essais en 1876, ont été appelés, dans les rapports de la com-

mission deCalais : canon de 90 n° 1 *bis*. Voici les principales différences qui les distinguaient du type du canon de réserve essayé à Calais.

La longueur du nouveau modèle était un peu moindre que celle de l'ancien ; elle n'était que de $2^{m},30$ au lieu de $2^{m},50$.

Comme dans cette bouche à feu, un grain de lumière était placé dans le corps du canon ; le canal de lumière débouchait à peu près vers le milieu de la chambre à poudre.

Un canon par batterie était muni d'une anse (fig. 1) formée par la réunion des deux boucles d'une sorte d'élingue en fer qui embrassait le canon en avant et en arrière des tourillons et pénétrait dans deux gorges pratiquées dans le frettage. Ces deux boucles rapprochées à chaud et ramenées dans le plan de tir avaient ensuite été rivées l'une contre l'autre. Cette anse pouvait être remplacée sans qu'on fût obligé de défretter le canon. Les têtes des rivets, maintenues en saillie, s'opposaient au glissement des cordages.

Les tourillons se raccordaient avec leur embase par un fort congé, et étaient garnis d'un manchon en cuivre destiné à permettre d'utiliser l'affût de 7 ou celui de Lahitolle, et en même temps à répartir les pressions sur les encastrements de l'affût.

L'âme, mesurée sur les cloisons, était légèrement conique comme dans l'un des premiers canons de 80^{mm} présenté par le commandant de Bange, et se terminait près de la bouche par une partie cylindrique de très faible longueur. Le fond des rayures était un cylindre.

Dans chaque batterie, la moitié des pièces devaient être pourvues d'un couvre-culasse en cuivre portant antérieurement un bourrelet par lequel il pressait sur la culasse. Ce couvre-culasse, moins exposé à se déformer que celui en cuir, devait, d'après le commandant de Bange, présenter pour la conservation des pièces en magasin, l'avantage de durer plus longtemps, de préserver assez bien le mécanisme pour en réduire beaucoup l'entretien, et permettre même

de laisser les mécanismes graissés à la pluie et à la neige sans que la rouille pût les atteindre.

La poudre employée était la poudre C_1 ; le poids de la charge avait été fixé à 2 kil. ; elle était contenue dans un sachet en serge dont le diamètre était de 77 millimètres et la longueur de 390 millimètres[1] ; densité de chargement, 0,72. Vitesse initiale, 470 mètres.

Il y avait quatre espèces de projectiles :

L'obus ordinaire ;

L'obus à double paroi ;

L'obus à balles, modèle A ;

L'obus à balles, modèle B.

Les trois premiers projectiles avaient la même forme et les mêmes dimensions extérieures ; l'obus modèle B différait extérieurement des trois autres par la moins grande longueur de sa partie cylindrique.

L'obus ordinaire (fig. 5) contenait une charge intérieure de 310 grammes de poudre C_1 ; il en était de même pour l'obus à double paroi. L'obus à balles modèle A était divisé intérieurement en deux chambres par une cloison ; la chambre antérieure contenait 42 balles en plomb durci de $14^{mm},7$ de diamètre, la chambre postérieure en contenait 43 ; la charge intérieure, de 160 grammes de poudre B, était répartie entre les deux chambres. L'obus à balles modèle B contenait 90 balles et 120 grammes de poudre B. Tous ces projectiles, tirés sous le même angle, avaient sensiblement la même portée.

---

[1] D'après le commandant de Bange, l'emploi d'une aussi forte charge avec une faible densité de chargement, devait permettre d'obtenir une grande vitesse initiale en ne soumettant le canon qu'à des tensions relativement faibles, mais elle obligeait à donner à la chambre une grande capacité, et comme son diamètre avait été tenu très peu supérieur à celui de l'âme, dans le but d'éviter autant que possible les variations dans l'épaisseur du tube, il en résultait une grande longueur pour la chambre. En outre, pour n'avoir pas à craindre les fortes tensions locales auxquelles donnerait lieu un vide ménagé, soit à l'avant, soit à l'arrière de la gargousse, il était avantageux de lui faire occuper toute la longueur disponible entre la tête mobile et le culot du projectile, sauf le jeu nécessaire pour assurer la facilité de son introduction dans la chambre. L'adoption d'une gargousse notablement plus courte que la chambre, en permettant la fermeture de la culasse sans que le projectile ait été rendu à fond, pourrait d'ailleurs occasionner un à-coup dangereux pour la résistance de la culasse, au moment où la ceinture du projectile rencontre les cloisons.

Les canons de 90^{mm} du système de Bange étaient montés soit sur l'affût du commandant de Lahitolle, soit sur celui qui avait été établi par le commandant de Bange sur le modèle de l'affût de 5, avec des dimensions plus fortes et en lui faisant subir quelques légères modifications.

Ce dernier affût était muni de deux sabots d'enrayage destinés à servir de freins pendant la route ou pendant le tir (1). Chaque chaîne d'enrayage était reliée au flasque correspondant au moyen d'un étrier; elle portait deux grandes mailles dans lesquelles la clef pouvait être engagée. On devait employer la grande maille la plus voisine du sabot quand la pièce était en batterie, et la grande maille la plus éloignée quand l'affût était sur l'avant-train. Deux chaînettes fixées aux oreilles du sabot le maintenaient, pendant le tir, dans le plan de la jante de la roue; la chaînette intérieure était engagée, par son extrémité opposée au sabot, dans un étrier fixé à la plaque de recouvrement d'essieu, et la chaînette extérieure était terminée par un crochet qu'on accrochait à l'anneau de la rondelle de bout d'essieu. Lorsqu'on remettait en batterie, les sabots suivaient les roues et se plaçaient pour l'enrayage sans qu'on eût à s'en occuper.

L'écouvillon était formé de deux pièces qu'on pouvait réunir à volonté; ces deux pièces séparées se plaçaient entre les flasques, de chaque côté du support de pointage, les brosses appuyées contre le coffret de flèche.

Les avant-trains et les caissons étaient ceux du modèle 1827. Les munitions étaient contenues soit dans le coffre à munitions modèle 1840, soit dans le coffre modèle 1840 allongé. Le premier contenait 24 coups, et le second 28.

Canon de 80^{mm}.

Le canon de 80^{mm} proposé par le commandant de Bange présentait à l'extérieur comme à l'intérieur les mêmes dis-

(1) L'emploi des sabots d'enrayage comme frein de recul avait déjà été expérimenté par la Commission de Bourges, en 1874, sur les affûts à ressorts construits en 1873.

positions que le canon de 90^{mm}. Le poids de la pièce était de 430 kil., soit 77 fois le poids du projectile (5^{k},500).

La charge, de poudre C_1, était de 1^{k},500; le diamètre du sachet était de 68 millimètres, sa longueur de 370 millimètres; la densité de chargement était de 0,74; vitesse initiale, 485 mètres.

Il y avait trois espèces de projectiles : l'obus ordinaire, l'obus à double paroi, l'obus à balles. L'obus à balles différait extérieurement des deux autres projectiles par la moins grande longueur de sa partie cylindrique. L'obus ordinaire contenait une charge intérieure de 250 grammes de poudre C_1; il en était de même pour l'obus à double paroi. L'obus à balles contenait 70 balles en plomb durci de 14^{mm},7 de diamètre et 80 grammes de poudre C_1. Tirés sous le même angle, ces trois projectiles avait sensiblement la même portée.

L'affût de 80^{mm} avait été établi sur le modèle de l'affût de 5 renforcé et présentait quelques dispositions un peu différentes. Comme celui de 90^{mm}, il était muni de deux sabots d'enrayage. Les avant-trains et les caissons étaient ceux du modèle 1858. Les munitions étaient contenues dans le coffre modèle 1858 allongé qui renfermait 30 coups.

Avant de livrer les bouches à feu du système de Bange aux batteries chargées de les expérimenter, on leur fit subir un tir d'épreuve au polygone de Vincennes. Chaque canon tira au moins 5 coups avec le projectile ordinaire, lesté au poids normal; pour deux des coups tirés, la charge fut augmentée et portée à 2^{k},250 au lieu de 2 kil. pour le canon de 90^{mm}, à 1^{k},600 au lieu de 1^{k},500 pour le canon de 80^{mm}. Un canon de 90^{mm} fut brisé dans le tir d'épreuve.

Voici, d'après les notices envoyées aux commissions chargées de faire les essais, les principales données relatives aux matériels mis comparativement en expérience en 1876 dans les corps de troupe.

TABLEAUX.

BOUCHES A FEU essayées en 1876.		CANONS DE 90mm			CANONS DE 80mm	
		de Lahitolle. N° 1.	de Lahitolle. N° 2.	de Bange.	de Lahitolle.	de Bange.
igueur totale du canon	mètres.	2,200	2,260	2,300	2,100	2,300
igueur de la partie frettée à partir de la anche de la culasse	millim.	925	980	1 060	935	990
tance de l'axe es tourillons — A la tranche de culasse	Id.	750	805	835	720	830
tance de l'axe es tourillons — A l'axe de la pièce	Id.	0	0	0	0	0
rtement des embases	Id.	258	260	265	252	255
mètre des tourillons	Id.	104	104	90	104	90
mètre extérieur des manchons de tourillon	Id.	»	»	105	»	105
mètre de l'âme — Sur les cloisons	Id.	90	90	89,9	80	79,9
mètre de l'âme — Au fond des rayures	Id.	91,2	91,2	91,2	81	81,1
mètre de la chambre	Id.	100	100	92,5	90	82,5
mètre du logement de la vis culasse au ond des filets	Id.	122	115	108	120	96
igueur de l'âme depuis la partie antérieure u champignon de la tête mobile	mètres.	1,973	2,045	2,084	1,939	2,108
	calibr.	21,9	22,7	23,1	24,23	26,3
igueur de la partie rayée	mètres.	1,695	1,746	1,652	1,650	1,707
	calibr.	18,83	18,95	18,36	20,6	21,36
igueur de la chambre depuis la partie antérieure du champignon de la tête mobile jusqu'au cône de raccordement	millim.	207	228	422	226	389
igueur du tronc de cône de raccordement	Id.	41	41	10	43	12
gueur de la chambre à obus	Id.	90	90	»	70	»
gueur de la partie du canon occupée par mécanisme de culasse jusqu'à la partie atérieure du champignon	Id.	227	215	156	161	142
gueur de la chambre depuis la face antéeure de la tête mobile jusqu'au culot du ojectile	Id.	215	266	403	257	375
me de la chambre à poudre	déc. c.	»	»	2,73	»	2,20
ance de l'axe de la lumière à la face antéure de la tête mobile	millim.	75	»	119	112	143
ures — Nombre		32	32	28	28	24
ures — Profondeur	millim.	0,6	0,6	0,35 / 0,65	0,5	0,35 / 0,6
ures — Largeur des cloisons	Id.	3	3	3 / 2,1	2	3,2 / 2,5
ures — Angle — initial	degrés.	2°	2°	1°45'	2°	1°30'
ures — Angle — final	Id.	7°	7°	7°	7°	7°
aisseur du tube — sous les frettes à la chambre	millim.	47	48	51,25	34	45,75
aisseur du tube — dans la partie qui correspond à l'âme	Id.	52	53	52,5	39	46,75
aisseur du tube — dans la partie qui correspond à la bouche	Id.	22	22,5	25	20	20
aisseur — des frettes ordinaires	Id.	32	32	35	30	30,5
aisseur — de la frette de culasse	Id.	25	32	35	22	30,5
aisseur — de la frette de calage à la naissance de la volée	Id.	25	»	10,5	25	10
s du canon y compris le mécanisme de meture	kil.	492	516	550	345	430
	project.	61,5	»	69	61,6	77
oudérance de culasse	kil.	36	»	20	13	15
gueur de la ligne de mire	millim.	747	»	810	706	810
ance de la ligne de re à l'axe de la pièce — Horizontalement	Id.	107	»	107	105	92
ance de la ligne de re à l'axe de la pièce — Verticalement	Id.	119	»	116	90	109

MUNITIONS.			CANONS DE 90mm		CANONS DE 80mm	
			de Lahitolle.	de Bange.	de Lahitolle.	de Bange.
Gargousse.						
Longueur		millim.	190	390	184	370
Diamètre		Id.	95	77	82	68
Poids de la charge		kil.	1,5(1)	2,000	1,000	1,500
Densité de chargement			0,84	0,73	0,73	0,74
Projectiles.						
Diamètre de la partie cylindrique		millim.	88,5	89	79	79
Diamètre à la hauteur du raccordement de la partie cylindrique avec l'ogive		millim.	89,5	89,5	79,5	79,5
Diamètre de la ceinture de cuivre		Id.	91,6 91,0	91,6	81,4 80,5	81,5
Forcement		Id.	0,4	0,4	0,4	0,4
Obus ordinaire.	Hauteur du projectile sans la fusée	Id.	252,5	256	232	228
	Épaisseur de la paroi	Id.	20	20	14,5	17
	Épaisseur au culot	Id.	20	20	18	18
	Poids de l'obus vide	kil.	7,520	7,500	5,000	5,100 5,250
	Poids de la charge intérieure	Id.	0,315	0,310	0,325	0,240 0,250
	Poids de l'obus chargé en guerre	Id.	8,125	8,000	5,627	5,500 5,650
Obus à double paroi	Hauteur du projectile sans la fusée	millim.	252,5	»	214	»
	Épaisseur de la paroi	Id.	20	»	19	»
	Épaisseur au culot	Id.	18	»	16	»
	Poids de l'obus vide	kil.	7,455	7,450	5,065	5,100 5,250
	Poids de la charge intérieure	Id.	0,315	0,310	0,220	0,240 0,250
	Poids de l'obus chargé en guerre	Id.	8,060	7,950	5,634	5,500 5,650
Obus à balles	Hauteur du projectile sans la fusée	millim.	232	A: » / B: »	194	»
	Épaisseur de la paroi	Id.	16	»	15	»
	Épaisseur au culot	Id.	15	»	15	»
	Nombre de balles		85	85 / 90	55	70
	Poids de l'obus vide	kil.	5,850	5,90 / 5,85	4,095	3,700
	Poids de la charge intérieure	Id.	0,115	0,10 / 0,12	0,090	0,080
	Poids de l'obus chargé en guerre	Id.	8,085	8,00 / 8,00	5,615	5,500
Vitesse initiale		mètres.	450	485	435	470

MATÉRIEL.		CANONS DE 90mm			CANONS DE 80mm		
		de Lahitolle.	de Bange.		de Lahitolle.		de Bange.
Affût.							
ce du point d'appui des roues à i de la crosse	mètr.	1,82	1,815		1,700		1,70
ur de l'axe des tourillons au-us du sol	Id.	1,07	1,165		1,130		1,13
e l'affût	Id.	1,34	1,48		1,42		1,42
du tir { au-dessus de l'horizon.	degr.	25°[1]	25°		25°		26°
du tir { au-dessous de l'horizon	Id.	10°	4°		10°		3°
de l'affût sans roues ni armements.	kil.	386	406		386		328
des deux roues	Id.	204	198		140		148
des sabots et du coffret de flèche i.	Id.	»	52		»		36,5
des armements	Id.	16	23		15,50		17,25
total de l'affût complet	Id.	606	679		531,5		529,75
on de la crosse { sans la pièce . .	Id.	57	118		81		78
le terrain . . . { avec la pièce . .	Id.	78	84		82		70
on de la lunette de { Sans la pièce.	Id.	76,3	98		61		68
se sur le crochet rille ouvrière . . . { Avec la pièce	Id.	27	40		45		35
Avant-train.							
de l'avant-train avec roues . . .	Id.	382	380		308		275
à munitions. { Nombre de coups		32	28	24	30	40	30
à munitions. { Poids du coffre chargé	kil.	412	388	338	283	378	310
divers	Id.	36	12		9		10
de l'avant-train avec coffre chargé	Id.	830	780	730	600	690	595
Récapitulation.							
de la pièce	kil.	492	550		345		430
de l'affût	Id.	606	679		531,5		530
de l'avant-train.	Id.	830	780	730	600	690	595
total de la pièce attelée	Id.	1 928	2 010	1 960	1 477	1 566	1 555
par cheval	Id.	322	335	327	246	262	259

RÉSULTATS DES ESSAIS.

Le ministre renvoya à l'examen du Comité de l'artillerie les rapports établis par les différentes écoles chargées de faire les expériences comparatives. Voici le résumé des

(1) Pour les essais cette charge fut portée à :
1k,650 pour le canon n° 1.
1k,550 pour le canon n° 2.

principales conclusions auxquelles le Comité fut conduit par l'étude approfondie de ces rapports.

Canon de 90^{mm}.

Les deux systèmes de bouches à feu mis en expérience se recommandèrent également par des qualités remarquables et une justesse de tir considérable. A ce seul point de vue il eût été difficile de faire un choix entre eux; les essais nombreux auxquels ils avaient été soumis avaient fini par accuser la supériorité d'ensemble du canon de Bange et lui avaient attiré, dans les commissions, la très grande majorité des suffrages. Cinq commissions sur six s'étaient prononcées en sa faveur, et le Comité partagea l'avis qu'elles avaient émis. Le tir des pièces de Bange fut d'ailleurs reconnu légèrement supérieur à celui des pièces de Lahitolle aussi bien en portée qu'en direction.

Toutefois, un certain nombre d'observations de détail avaient été faites, et il y avait lieu d'en tenir compte dans la limite du possible, sans rien sacrifier néanmoins du principe qui venait d'être sanctionné par l'expérience.

La fermeture de culasse de Bange avait réuni la presque unanimité des suffrages ; on trouva le mécanisme simple, commode à manier, facile à démonter, bien abrité par la culasse; on ne signala qu'une disposition vicieuse de la clavette à ressort de la tête mobile qu'il était nécessaire de consolider. La fermeture de culasse du système de Lahitolle avait également bien fonctionné ; mais elle était moins commode à démonter, plus sensible au dévirage, au point de fausser ou casser les linguets de sûreté ; la saillie de la manivelle était un inconvénient.

L'obturateur de Bange avait toujours bien fonctionné et parut constituer d'une façon à la fois simple et pratique, une solution définitive de la question si délicate de l'obturation.

Le tracé et les dimensions de la chambre constituaient une des différences les plus caractéristiques des deux systèmes présentés.

Dans le canon de Lahitolle, à chambre large et courte, on avait obtenu, avec une grande densité de chargement qui atteignit 0,934, la vitesse initiale demandée avec une charge relativement faible, mais on pensa que les pressions développées dans l'âme avec la poudre C_1 pouvaient compromettre la résistance du canon. On donna la préférence à la chambre du canon de Bange qui n'avait qu'un diamètre peu différent de celui de l'âme, mais une très grande longueur, de façon que la densité de chargement ne dépassât pas 0,730. On admettait que cette faible densité de chargement donnerait plus de sécurité dans le tir, mais, en revanche, elle exigeait une augmentation du poids de la charge pour obtenir la même vitesse initiale que dans le cas précédent. D'un autre côté, le commandant de Bange s'étant imposé la condition d'avoir une gargousse (fig. 3) de même longueur que la chambre, et par suite d'un très petit diamètre, cette gargousse longue et mince avait le grave inconvénient d'être fragile et de ne pas se prêter facilement à un bon aménagement dans les coffres. On reconnut, d'accord avec l'auteur, que, sans rien sacrifier des propriétés du canon, il serait facile, en réduisant un peu la longueur de la chambre, de diminuer dans une certaine mesure les inconvénients présentés par la gargousse.

Les canons du modèle 1858 étaient rayés à droite, les canons de Reffye à gauche ; dans les nouveaux canons essayés, les deux inventeurs avaient, eux aussi, pris chacun un sens différent pour les rayures. Quelques officiers demandèrent que le même sens fût adopté pour tous les canons se chargeant par la culasse ; malgré cela, il sembla utile de conserver le sens des rayures choisi par le commandant de Bange, parce qu'il pensait que la rayure à droite, à laquelle il avait donné la préférence, rendait le mécanisme de culasse moins sensible au dévirage. De fait, la fermeture du canon de Lahitolle n° 1 et celle du canon n° 2, imitée du mécanisme de Bange, avaient accusé toutes

deux une certaine tendance au dévirage, tandis que le même reproche n'avait pas été fait au canon de Bange.

On se rappelle que les pièces de Bange avaient une âme légèrement conique ; à côté des avantages que leur auteur trouvait à cette disposition, il se présentait des inconvénients qui paraissaient graves. Dans le grand nombre des projectiles à fabriquer, quelques-uns doivent nécessairement échapper à une vérification minutieuse ; s'ils ont des dimensions trop fortes, ils ne peuvent pas être chargés dans une âme cylindrique, on les rejette. Au contraire, si l'âme est conique, un projectile peut n'être pas trop fort pour entrer et l'être trop pour sortir ; arrêté dans sa course, pressé néanmoins par les gaz de la poudre, il se brisera ou pourra même faire briser le canon à la volée. De plus, un cône d'une certaine longueur et d'une faible inclinaison est toujours d'une fabrication délicate. Il avait fallu une grande régularité dans l'usinage des pièces d'essai pour leur donner le régime constant et régulier (1) qui avait frappé la plupart des commissions et qui n'était pas le moindre élément de leur supériorité sur les canons de Lahitolle. On ne pouvait guère espérer que, dans une fabrication courante, ces difficultés seraient surmontées au même degré que dans une fabrication restreinte. D'autre part, la commission de Calais avait comparé le tir de deux canons de Bange, l'un à âme cylindrique, l'autre à âme conique, et avait constaté que la conicité n'avait pas d'influence sensible sur la justesse du tir et sur les portées usuelles. Les avantages inhérents à une âme conique n'étaient donc pas évidents, et même l'auraient-ils été, que, vu les inconvénients que cette disposition devait présenter comme fabrication, le Comité estima qu'il était préférable de revenir à l'emploi d'une âme cylindrique.

(1) D'après le colonel de Bange, le régime constant et régulier de ses canons ne tenait pas à la perfection de la fabrication, mais la régularité du tir provenait :

1° De l'emploi de la ceinture polygonale pour le montage des projectiles ;

2° De la densité de chargement modérée ;

3° Du parallélisme de la ligne de mire avec le dernier élément de l'axe de la pièce à la bouche.

La question du canal de lumière constituait pour les canons en acier, une question des plus délicates. En perçant le corps du canon pour y loger le grain de lumière, on affaiblit la résistance du tube, et, ce qui est bien autrement grave, on provoque autour de ce grain la naissance d'érosions et surtout de fissures qui peuvent devenir dangereuses. Deux des canons qui avaient été soumis, l'un à Tarbes, l'autre à Calais, à un tir prolongé de 1 800 coups, avaient présenté des dégradations assez graves pour qu'on suspendît le tir de la pièce. Mais ces observations, bien que peu nombreuses, semblaient dénoter dans la production des fissures une marche régulière et assez lente pour assurer aux canons une durée de service presque suffisante ; d'autre part, le frettage était une garantie contre les conséquences des accidents qui pouvaient se produire. Mais on n'en devait pas moins considérer les dégradations qui se manifestaient autour du grain de lumière comme une cause de destruction prématurée des bouches à feu, et il y avait lieu de chercher à les faire disparaître.

Du reste, le grain de lumière était encore la source d'autres embarras ; il se déformait sous l'influence du tir : il devenait saillant dans l'intérieur du canon, au point de gêner l'introduction du projectile, ou bien son canal se rétrécissait et la pièce s'enclouait elle-même. On pouvait compter, d'après les rapports de la commission de Calais, que, dans les canons en acier, il faudrait remplacer les grains de lumière les plus résistants après un tir de 500 à 600 coups. Cette opération devait exiger un outillage spécial et l'envoi de la pièce dans un atelier.

En perçant au contraire la lumière suivant l'axe de la tête mobile, on pouvait remédier à tous les inconvénients qui viennent d'être signalés.

La solution complète du problème aurait exigé, il est vrai, l'emploi d'une étoupille obturatrice ou celui d'un obturateur de lumière : pour l'étoupille obturatrice, on n'était pas encore arrivé à une solution pratique ; l'obtura-

teur de lumière, essayé avec les canons de Lahitolle n° 2 n'avait pas donné de résultats satisfaisants. Le Comité pensa que ces dispositifs complémentaires, bien que très utiles, n'étaient pas indispensables, et, à leur défaut, jugea qu'il serait peut-être préférable de percer quand même la lumière dans la tête mobile, de façon à reporter sur cette pièce, facile à remplacer, les causes de destruction observées sur le corps du canon.

Les bouches à feu de campagne étrangères n'avaient pas d'anses; avec les canons en acier, on aurait été forcé de les rapporter, et elles auraient représenté un supplément de poids de 6 à 7 kil., c'est pourquoi le Comité estima qu'il n'y avait pas lieu d'en pourvoir les nouveaux canons. L'emploi des fausses anses, reconnu peu commode, fut également rejeté.

Les manchons de tourillon en cuivre des canons de Bange n'avaient pas donné de bons résultats ; comprimés pendant le tir, ils se laminaient et changeaient de forme ; on les rejeta.

La hausse triangulaire, proposée par le commandant de Bange, pouvant rester en place pendant le tir, avait été approuvée par toutes les commissions et le Comité pensa qu'il y avait lieu de l'adopter avec l'adjonction d'un mécanisme pour déterminer le mouvement de la réglette. L'inscription des dérives avait été également considérée comme une innovation heureuse.

Les couvre-culasse et couvre-bouche en cuir, bien que n'assurant pas une protection aussi efficace que ceux en métal furent préférés comme étant d'un emploi plus commode.

D'après leur tracé, les obus ordinaires de Lahitolle et de Bange avaient la même épaisseur de parois et auraient dû posséder le même degré de solidité. Cependant, les premiers n'avaient pas présenté d'éclatements prématurés, tandis qu'il y en avait eu quelques-uns pour les seconds. Les uns et les autres étaient remplis de poudre C_1 et la

seule différence à constater tenait à ce que les obus de Lahitolle étaient vernis à l'intérieur; aussi fut-il décidé que si on adoptait les obus de Bange, il faudrait également les vernir. On reconnut que la poudre C_1 n'était pas assez vive pour être employée au chargement des projectiles creux, et serait remplacée avec avantage par la poudre B. Les obus ordinaires de Bange n'ayant pas encore été tirés contre les maçonneries, il y avait lieu de faire sans retard des expériences à ce sujet, afin d'apprécier leur puissance destructive [1].

Les obus à double paroi et les obus à balles présentés par le commandant de Bange n'avaient pas donné de bons résultats. Il était nécessaire de continuer l'étude de ces projectiles, de l'obus à balles surtout, car, de l'avis de plusieurs officiers, les obus à double paroi ne pouvant donner jamais des effets comparables à ceux d'un bon obus à balles devaient être supprimés dans les approvisionnements.

Le Comité pensa que l'obus à balles ne pouvait remplacer la boîte à mitraille pour le tir à courte distance. Il fut d'avis que le tir à mitraille, dans ces conditions, pouvant devenir nécessaire en un moment critique, les canonniers devaient avoir sous la main quelques boîtes qu'il convenait de placer sur l'affût plutôt que dans les coffres.

Étant donnée la grande précision des bouches à feu en acier, la question de la conservation des munitions avait acquis une importance capitale ; aucune des deux dispositions présentées pour le chargement des coffres ne fut jugée satisfaisante. Le problème dut être remis à l'étude et le service du matériel au Dépôt central en fut saisi.

Deux modèles d'affût avaient été présentés, mais il n'a-

[1] Des obus de 90mm, les uns lestés, les autres chargés furent employés dans les tirs en brèche exécutés à Sedan au mois d'avril 1877. Une commission, instituée au camp de Châlons, fut en outre chargée spécialement de tirer des obus de 90mm et de 95mm contre un mur en maçonnerie. Ces expériences, exécutées au mois de juin, prouvèrent que l'obus de 90mm, exclusivement destiné au service de campagne, possédait la résistance nécessaire pour ce service, car aux distances de 1 000 à 2 000 mètres il était susceptible de traverser les murs que l'on peut avoir à contrebattre en campagne, et que de plus, avec un nombre assez limité de coups de canons, il serait possible d'ouvrir des brèches dans ces constructions.

vait été construit que deux affûts d'après les propositions du commandant de Bange. Malgré cela, on donna la préférence à ce dernier modèle, reproduction des affûts de Reffye, de façon à conserver le même type pour les canons de 7, 5, 90 et 80. Le poids maximum, imposé par le Comité pour la pièce prête à être attelée, ayant été sensiblement dépassé, on pensa qu'il n'y avait pas lieu de pourvoir le nouveau matériel de sièges d'affût comme cela avait été décidé pour le 7. Le service du canon de 90^{mm} n'exigeant que 6 servants, au lieu de 8, en ajoutant un troisième caisson à la batterie de combat, on devait avoir le moyen de transporter les 36 servants de la batterie, sans recourir à l'emploi de sièges d'affût. Dans certaines circonstances exceptionnelles où les pièces doivent se séparer des caissons, les trois servants transportés sur l'avant-train aidés du conducteur et du chef de pièce peuvent suffire au service en attendant l'arrivée des autres servants.

Les grandes vitesses initiales employées avaient eu pour conséquence forcée un recul considérable, qui atteignait 10 à 12 mètres, et imposait aux servants un travail fort pénible pour la remise en batterie. L'emploi des sabots, bien que ne remplissant pas toutes les conditions désirables, fut accepté comme mode d'enrayage.

Canon de 80^{mm}.

Les deux pièces proposées différaient sensiblement par le poids de la bouche à feu ; le canon de Bange, qui était le plus lourd, avait quand même une mobilité suffisante, supérieure à celle qui avait été posée comme minimum par le Comité et comparable à celle du 5. D'un autre côté, le projectile de Lahitolle, un peu plus lourd que l'obus de 5, n'était lancé qu'avec une vitesse initiale moindre ; le résultat obtenu ne justifiait donc pas l'emploi de l'acier dans la construction du canon, et, comme la vitesse initiale de 400 mètres avait été considérée comme insuffisante par toutes

les commissions, le Comité, partageant entièrement cet avis, proposa d'adopter le canon de 80^{mm} du commandant de Bange.

Les questions relatives au système de fermeture, au tracé intérieur, à la lumière centrale, aux anses, manchons de tourillons, à la hausse, aux projectiles, à leur aménagement dans les coffres furent résolues dans le même sens que pour le 90^{mm}.

On donna également la préférence à l'affût de 5 transformé par le commandant de Bange; la pièce de 80^{mm} étant destinée, en principe, au service des batteries à cheval, il n'y avait pas lieu de les pourvoir de sièges d'affût.

On avait été frappé, pendant le cours des essais, de la constance du régime des canons du système de Bange, tandis que les canons de Lahitolle n'avaient pas présenté cette régularité au même degré. Aussi, afin d'assurer l'unité de fabrication indispensable pour obtenir un pareil résultat, le Comité, en terminant son rapport, proposa de placer dans chaque atelier un modèle type du canon définitif, établi par les soins de l'atelier de précision du Dépôt central, et de charger une commission spéciale siégeant à Paris, sous la présidence d'un des membres du Comité, de surveiller tous les détails de la fabrication dans les diverses usines.

A la date du 23 janvier 1877, le ministre approuva les conclusions posées par le Comité dans sa séance du 9 janvier et décida l'adoption des canons de 90^{mm} et 80^{mm}, du système de Bange, qui depuis lors ont été désignés sous le nom de *canons de campagne modèle* 1877.

CANONS DE CAMPAGNE, MODÈLE 1877.

(PL. VI.)

Depuis son adoption et même depuis sa mise en service définitive, qui a eu lieu à la date du 15 octobre 1878 pour le 90^{mm} et un peu plus tard pour le 80^{mm}, le matériel de

campagne, modèle 1877, a subi quelques modifications de détail que l'on va passer successivement en revue.

Bouches à feu. — Les tables de construction provisoires du canon de 90^{mm} furent approuvées le 15 mars 1877, celles du canon de 80^{mm}, le 18 août de la même année seulement.

On entreprit aussitôt l'usinage des canons de 90^{mm}, dont les tubes et les frettes étaient déjà en commande dans l'industrie privée (1) et, dès le mois d'août, la fonderie de

---

(1) D'après le cahier des charges arrêté par le ministre, à la date du 24 avril 1877, pour la fourniture des tubes, les conditions de réception ne visaient que les essais du métal à la traction et au choc après trempe. En 1879, le Comité reconnut que ces conditions devaient être complétées par de nouvelles clauses relatives à l'essai, à la traction avant la trempe, qui furent introduites dans le nouveau cahier des charges approuvé le 28 mars 1879. L'application d'une clause relative à l'analyse chimique parut présenter de trop grandes difficultés pour pouvoir entrer dans la pratique des réceptions, et il fut convenu que la fonderie de Bourges continuerait à pratiquer, mais à titre de renseignements seulement, l'analyse chimique de tous les tubes présentés.

Les tubes doivent être en acier doux fondu, provenant d'un mode quelconque de fabrication, forgé, foré, trempé à l'huile et recuit. Les essais à la traction avant trempe doivent donner les résultats suivants; pour les barreaux de culasse, la distance entre les repères est de 100 millimètres; pour ceux de volée, 50 millimètres seulement :

	Barreaux de rondelle de culasse.	Barreaux de rondelle de volée.
Limite d'élasticité par millimètre carré de section	23^k	24^k
Tolérance en plus ou en moins	5	6
Charge de rupture par millimètre carré de section	48	49
Tolérance en plus ou en moins	9	10
Allongement minimum	18 p. 100	

Les essais après trempe doivent donner :	Barreaux de rondelle de culasse.	Barreaux de rondelle de volée.
Limite d'élasticité par millimètre carré de section	32^k	35^k
Tolérance en plus ou en moins	5	7
Charge de rupture par millimètre carré de section	62	65
Tolérance en plus ou en moins	8	10
Allongement minimum après la rupture	14 p. 100	

En outre, la limite d'élasticité doit être supérieure de 5 kil. au moins à celle qui aura été donnée par l'essai à la traction, avant trempe, des barreaux pris dans la rondelle du même tube.

L'épreuve au choc a lieu en laissant tomber un mouton de 18 kil. sur le milieu d'un barreau carré de 30 millimètres de côté posé sur deux couteaux distants de 140 millimètres. Le barreau ne doit pas se rompre sous le choc du mouton, tombant une première fois de la hauteur de 2 mètres, puis successivement de hauteurs augmentant de 10 en 10 centimètres depuis 1 mètre jusqu'à 2^m,50 ; à ce moment la flèche prise par le barreau est mesurée et notée. On continue ensuite l'épreuve, mais seulement à titre de renseignements, en faisant encore tomber 12 fois le mouton de 2^m,50 de hauteur sur le barreau.

Les frettes sont livrées finies, c'est-à-dire tournées et rabotées sur toutes les faces, rodées à l'intérieur s'il y a lieu ; elles sont fabriquées par enroulement, d'après les procédés actuellement en usage dans l'industrie pour les bandages dits *sans soudure*. Les frettes-tourillons, ainsi que celles de culasse, sont, comme les autres, fabriquées par enroulement. En effet, les frettes ayant pour objet principal d'assurer la résistance à l'expansion, on a adopté pour leur fabrication l'acier puddlé, non-seulement parce que sa ténacité propre est supérieure à celle de l'acier fondu, mais aussi parce que la faculté de soudage qu'il possède permet de composer

Bourges et l'atelier de construction de Tarbes, entrés dans la période de fabrication courante, étaient en mesure de livrer une batterie par jour de travail. L'atelier de construction de Puteaux concourut tout d'abord à la fabrication des pièces de 90^{mm}, mais à partir du mois de septembre il fut chargé uniquement de l'usinage de tous les canons du calibre de 80^{mm}.

On se préoccupait beaucoup des modifications qu'il y avait lieu d'apporter au tracé de la tête mobile et de son logement dans la vis de culasse, pour mieux assurer sa conservation et surtout pour prévenir la projection de la tige dans le cas où elle viendrait à se briser. Des essais furent faits à la fonderie de Bourges sur une tête mobile composée de deux morceaux, la tige et le champignon vissé sur la tige. La tige séparée du champignon pouvait être plus facilement et mieux martelée; elle offrait donc plus de résistance à l'étranglement, mais il ne sembla pas devoir en résulter forcément pour le canal de lumière, une plus grande résistance aux gaz de la charge et, par suite, une durée de conservation plus longue et mieux assurée. C'est pourquoi on donna la préférence à la modification proposée dès le mois d'avril par l'atelier de Puteaux. La tête mobile est munie, au débouché du canal de lumière, d'un grain en cuivre rouge, qui a pour but de diminuer les dégradations produites par le passage des gaz. La tige, amincie sur une partie de sa longueur, porte un renflement qui, combiné

---

les frettes d'un ruban enroulé, qui a subi le laminage et gagné par suite en solidité dans le sens même de l'effort auquel on se propose de résister. Par conséquent, dans les calibres de campagne, pour la frette-culasse qui recouvre le logement de l'obturateur, l'acier fondu serait inacceptable; pour les gros calibres, au contraire, comme cette frette ne recouvre que la moitié du logement de la vis et n'a, par suite, à résister qu'à des efforts d'expansion très réduits, il n'y a pas d'inconvénient à employer l'acier fondu.

Dans chaque lot un certain nombre de frettes sont soumises à des épreuves d'élasticité, d'autres à des épreuves de résistance; ces dernières ne doivent pas servir au frettage des canons. Pour les frettes cylindriques et les frettes de culasse, les conditions sont les mêmes; pour les frettes-tourillons, le serrage est un peu plus faible.

		ÉPREUVES d'élasticité.	ÉPREUVES de résistance.
		—	—
Serrage par mètre compté sur le diamètre à fretter . . .	Frettes cylindriques ou de culasse.	1^{mm},75	3^{mm},5
	Frettes-tourillons.	1 ,50	3 ,0

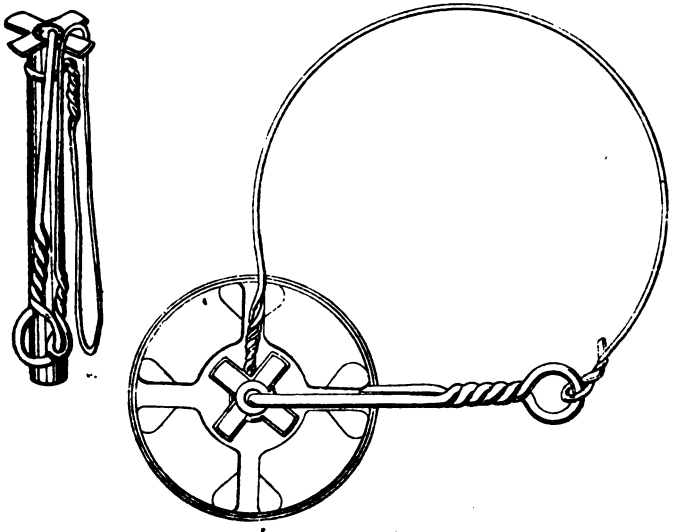
avec un ressaut ménagé dans son logement dans la vis de culasse, rend impossible toute projection, dans le cas où la tête mobile viendrait à se briser.

Par ordre ministériel du 20 mai 1878, cette modification dut être appliquée aux vis-culasses et aux têtes mobiles des canons de 80^{mm}, dont l'usinage n'était point encore commencé. Au mois d'août, le ministre décida que cette modification serait également appliquée à tous les canons de 90^{mm} sans exception, aussi bien à ceux en cours de fabrication qu'à ceux qui étaient déjà terminés.

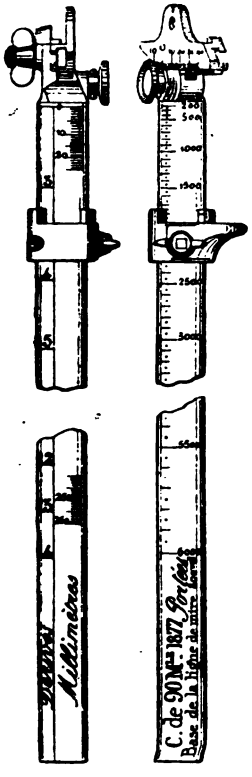
Divers ingrédients ont été essayés comparativement (enduit Möller, encaustique Lang), comme moyens de protection des surfaces extérieures des canons en acier contre la rouille, mais n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Une note en date du 31 mai 1879, en a proscrit l'emploi et ordonné l'adoption, à titre provisoire, de la peinture noire sur minium. Les pièces de la culasse mobile ne doivent pas recevoir de peinture.

Les tirs d'épreuve exécutés par les commissions locales de réception montrèrent les dangers que pouvaient présenter les projections des étoupilles en arrière de la pièce. Pendant les écoles à feu de 1878, les premières qui aient été faites avec le nouveau matériel, on se préoccupa beaucoup de cette question. Plusieurs régiments ou écoles mirent en pratique certains dispositifs appliqués soit à l'étoupille, soit au cordeau tire-feu, pour empêcher ces projections. En attendant que la question de l'obturation ait été définitivement résolue, le procédé suivant, employé avec succès par le 8e régiment d'artillerie, a été rendu réglementaire et décrit dans une note approuvée par le ministre le 20 février 1880 (1). Il consiste en une modification à faire subir à l'étoupille réglementaire ; l'étoupille et le rugueux sont reliés par un fil de laiton recuit, de telle sorte que le coup parti, l'étoupille reste suspendue au crochet du tire-feu.

(1) Cette note annule et remplace celle du 24 avril 1879, relative au même dispositif.



Étoupille modifiée.



A la date du 2 avril 1879, a été adoptée une nouvelle hausse munie d'un curseur à poussoir; en outre, un cran de mire a été pratiqué au-dessus de l'œilleton.

Charge. — A la suite de quelques accidents survenus dans les tirs d'épreuve du matériel de 90^{mm}, le ministre invita le Comité à voir s'il n'y avait pas lieu de réduire la charge avant que les hausses ne fussent graduées et les bouches à feu livrées aux corps de troupe. Dans sa séance du 6 février 1878, le Comité proposa de réduire la charge de 2 kil. à 1^{k},900; cet avis fut approuvé par le ministre le 27 février. La charge de 2 kil. était sans danger pour la conservation de la bouche à feu, mais aurait imposé à

l'affût des efforts trop rapprochés de sa limite de résistance. La charge de $1^k,900$, au contraire, permettait de diminuer quelque peu la fatigue de l'affût, tout en conservant au canon de 90^{mm} la supériorité balistique sur tous les canons similaires des armées étrangères, comme le montrent les tables de tir comparatives suivantes.

Tables de tir comparatives

du canon de 90^{mm}, modèle 1877, tiré aux charges de 2 kil. et de $1^k,900$.

PORTÉES.	ANGLES DE TIR.		ÉCARTS MOYENS en portée.		ÉCARTS MOYENS en direction.	
	Charge 2 kil.	Charge $1^k,900$.	Charge 2 kil.	Charge $1^k,900$.	Charge 2 kil.	Charge $1^k,900$.
mètres.			mètres	mètres.	mètres.	mètres.
500	26′	29′	6,35	7,80	0,20	0,20
1 000	1°18′	1°22′	7,25	8,30	0,35	0,27
1 500	2°19′	2°24′	8,20	9,10	0,55	0,55
2 000	3°28′	3°35′	9,30	10,10	0,75	0,75
2 500	4°45′	4°58′	10,50	11,10	1,00	1,00
3 000	6°12′	6°30′	11,75	12,10	1,35	1,35
3 500	7°49′	8°10′	13,10	13,50	1,85	1,85
4 000	9°37′	10° 1′	14,60	15,00	2,50	2,50
4 500	11°35′	12° 3′	16,30	16,70	3,35	3,35
5 000	13°47′	14°21′	18,20	18,70	4,40	4,40
5 500	16°14′	16°56′	20,20	20,80	5,70	5,70
6 000	19°	19°52′	22,35	23,30	7,20	7,30
6 500	22°12′	23°22′	24,55	25,90	9,15	9,10
7 000	26° 2′	28° 4′	26,80	28,90	11,42	11,40

La question de la substitution à la poudre C_1, primitivement destinée au calibre de 75^{mm}, d'une poudre plus lente, telle que C_2 ou même SP_1, permettant d'obtenir des vitesses égales et la même justesse, mais avec des pressions moindres, est actuellement à l'étude.

Une note approuvée le 31 mai 1879 (1), a réglé les condi-

(1) Cette note annule et remplace celle du 11 juin 1878 sur le procédé à employer pour le tir en blanc du canon de 90^{mm}.

tions du tir en blanc des canons de 90^{mm} et 80^{mm} : les charges, composées de poudre MC_{30}, ont été déterminées par la commission de Bourges, de façon à produire des détonations à peu près égales à celles du tir de guerre :

Pour le canon de	90^{mm}.	1^{k},200.
—	80^{mm}.	1^{k},000.

La poudre est renfermée dans un sachet tronconique en serge ou en toile amiantine ; il est essentiel que la gargousse reste en contact avec le champignon de la tête mobile, de façon à éviter les ratés.

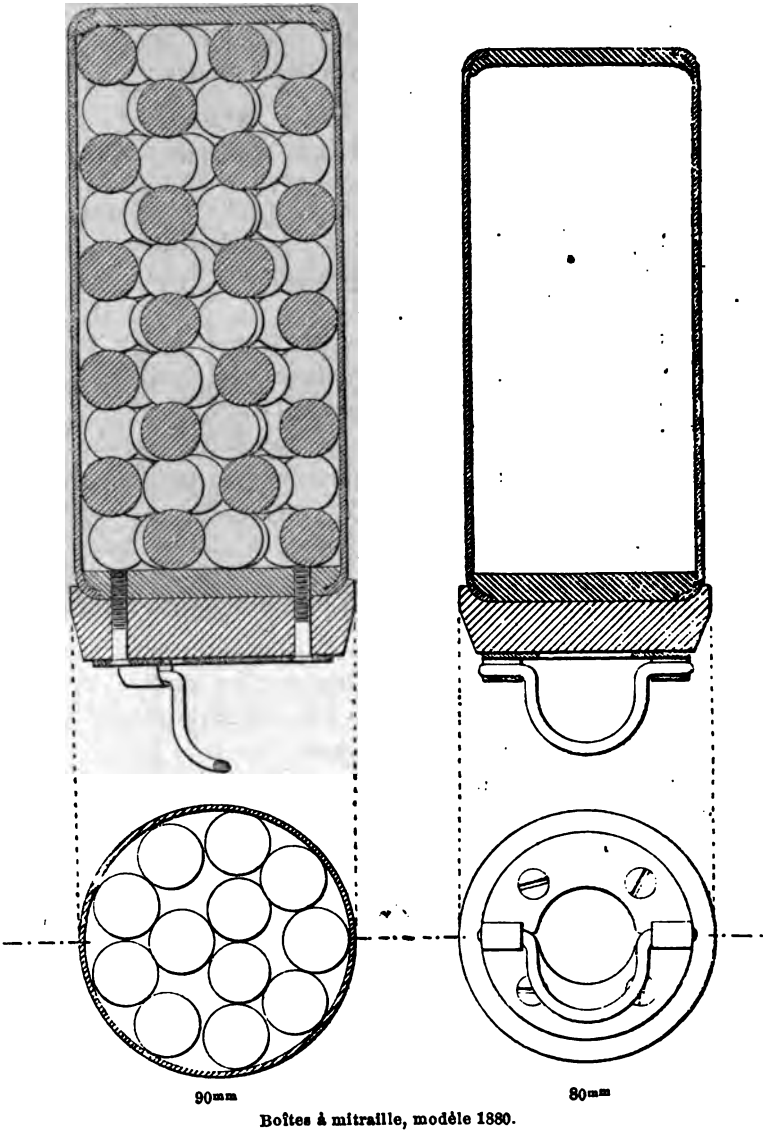
Projectiles. — Les tables de construction de l'obus ordinaire de 90^{mm} ont été approuvées à la date du 19 avril 1877 ; celles de l'obus de 80^{mm}, le 5 juin 1877.

A la suite d'expériences exécutées par la commission de Calais avec des obus à balles ou à double paroi de divers systèmes, le ministre décida, le 23 janvier 1878, sur la proposition du Comité, qu'on emploierait simultanément, à titre provisoire, pour constituer le premier approvisionnement des batteries de 90^{mm}, l'obus à double paroi et à balles du système Gronnier [1] et l'obus à balles du colonel Voilliard et que ces deux sortes de projectiles seraient tirés comparativement dans les écoles à feu de 1878. De même, des obus à double paroi et à balles (système Gronnier) ont été introduits dans le chargement des coffres des batteries de 80^{mm}.

Tous ces projectiles sont armés de la fusée à double effet. Jusqu'ici le seul qui soit réglementaire est l'obus à balles de 90^{mm}, modèle 1879 (système Voilliard), dont le tracé a été approuvé le 10 novembre 1879. Les balles, au lieu d'être libres comme dans l'obus à balles de 95^{mm}, sont noyées en partie dans la fonte. L'espace laissé vide au mi-

[1] M. Gronnier, maître de forges à Pont-sur-Saulx, paraît avoir eu le premier l'idée de remplacer les obus à double paroi, tel qu'on les faisait d'abord, par des obus à couronnes de balles. Mais les projectiles qu'il présenta en 1876 donnèrent lieu à des éclatements dans l'âme; au mois de juillet 1877, il renouvela ses offres, qui furent acceptées pour le calibre de 90^{mm}.

lieu est rempli par la charge; une planchette de charge-



Boîtes à mitraille, modèle 1880.

ment, placée au milieu de la charge, est destinée à assurer

la circulation de la flamme dans toute la masse de poudre, même après l'enrochement.

Un premier modèle de boîtes à mitraille a été adopté pour le 90^{mm} le 24 novembre 1877 ; un modèle analogue a été adopté pour le 80^{mm} le 1er février 1879. Ces boîtes à mitraille se composent d'un corps de boîte en zinc laminé, d'un culot et d'un couvercle en zinc coulé et d'une rondelle-arrêtoir en bois de noyer munie d'une poignée en corde. On vient de proposer en 1880 de nouvelles boîtes pour lesquelles la rondelle-arrêtoir, plus épaisse, est munie d'un anneau en fil de fer. De plus, les balles de 16^{mm},7 en plomb durci, qui ne pesaient que 27 grammes, ont été remplacées par des balles de 20 millimètres, dont le poids est de 44 grammes. Le nombre des balles se trouve ainsi réduit de moitié environ, mais elles sont susceptibles de produire beaucoup plus d'effet. Le soufre est remplacé par de la résine.

Matériel. — Dès que les premiers tirs, exécutés avec le matériel de 90^{mm}, eurent mis en évidence les quelques points faibles que présentait le premier modèle d'affût, on entreprit au Dépôt central les études nécessaires pour remédier à ces défectuosités. On fut ainsi conduit à adopter un nouveau modèle d'affût de 90^{mm}, dit modèle 1878, ne différant du modèle 1877 que par les dimensions ou le tracé de quelques pièces. Les affûts existants du modèle 1877 ont été également modifiés et rendus à peu près semblables à ceux du modèle 1878. Les mêmes modifications ont été apportées aux affûts de 80^{mm} qui étaient encore en cours de fabrication, et introduites dans les tables de construction qui n'étaient point encore définitivement arrêtées. Il n'existe donc qu'un seul modèle d'affût de 80^{mm}, dit modèle 1878.

Un caisson à munitions de 90^{mm} en fer a été adopté dès l'année 1876, et de même pour le canon de 80^{mm}, on a adopté un caisson à munitions en fer en 1877. Pro-

visoirement, on utilise pour le transport des munitions les coffres modèles 1840 et 1858 allongés.

Un matériel de 90^{mm} avec coffres à munitions compartimentés à tiroir, est actuellement à l'essai ; le coffre d'avant-train transporte 25 coups ; l'arrière-train du caisson porte un coffre unique à 50 coups.

En même temps on propose, à cause des réactions violentes du tir, d'enlever le seau d'affût et de le suspendre sous l'avant-train, de placer les outils et accessoires, renfermés actuellement dans le coffret de flèche et susceptibles d'être dégradés par les chocs, dans une boîte dite *nécessaire de bouche à feu*, également suspendue à l'avant-train. Enfin, on placerait un manchon ou porte-boîte à mitraille de chaque côté de l'affût, sur la partie de l'essieu comprise entre le flasque et la roue. Un nouvel indicateur de pointage servirait à rendre plus facile le pointage à la manivelle et permettrait d'apprécier les quarts de tour. On reviendra, avec plus de détails, dans la *cinquième partie*, sur toutes les études et essais concernant le matériel de campagne, affûts et voitures.

On a cherché à utiliser les batteries d'essai construites en 1876 pour l'armement des places ou la formation de batteries de sortie. Les bouches à feu de 90^{mm} et 80^{mm} du système de Bange n'ont eu à subir que quelques modifications peu importantes. Celles du système de Lahitolle avaient l'inconvénient d'employer des projectiles différents, mais le colonel de Lahitolle réussit à approprier les canons de 90^{mm} au tir des projectiles de 90^{mm} réglementaires, la charge a été diminuée de 50 grammes. Seuls, les canons de 80^{mm} de Lahitolle n'ont pu être utilisés.

(*A suivre.*)

TABLEAUX.

Renseignements numériques sur le matériel de campagne modèle 1877 (1).

	BOUCHE A FEU.		90mm	80mm
Dimensions intérieures.	Diamètre de l'âme entre les cloisons	millim.	90	80
	Id. au fond des rayures	id.	91	81
	Rayures. Largeur des cloisons	id.	»	»
	Id. des rayures	id.	8	8
	Profondeur id.	id.	»	»
	Nombre id.		28	24
	Inclinaison initiale		1°45'32"	1°30'
	Inclinaison finale		7°	7°
	Distance de l'origine des rayures à la tranche arrière du tube	millim.	579	541
	Longueur de la partie rayée	id.	1 641	1 689
	Cône de raccordement. Longueur	id.	30	18
	Diamètre de la grande base	id.	94	83
	Id. de la petite base	id.	90	80
	Distance de la grande base du cône à la tranche arrière du tube	id.	558	529
	Chambre. Longueur	id.	430	415
	Diamètre	id.	94	83
	Longueur totale de l'âme (2)	id.	2 064	2 088
	Logement de l'obturateur. Diamètre de la grande base	id.	95,6	84,5
	Id. de la petite base	id.	94	83
	Longueur	id.	32	30
	Longueur du fossé	id.	11	10
	Longueur du logement de la vis-culasse (partie filetée)	id.	85	74
	Diamètre de la vis-culasse au fond des filets	id.	102,5	89
	Diamètre de la vis-culasse au sommet des filets	id.	110	95,5
	Distance de la tranche arrière du tube à la tranche arrière de la frette-culasse	id.	60	50
	Longueur de l'emplacement réservé à la gargousse (l'obus en place)	id.	394,5	374,5
	Capacité offerte aux gaz (l'obus en place)	litres.	2,500	2,073
Dimensions extérieures.	Longueur totale de la pièce	millim.	2 280	2 280
	Longueur du renfort ou partie frettée	id.	1 010	1 000
	Longueur de la volée	id.	1 270	1 280
	Longueur du tube	id.	2 220	2 230
	Diamètre de la volée, près de la plate-bande de la bouche	id.	138	120
	Diamètre du tube sous le frettage	id.	196	174
	Diamètre du renfort	id.	264	235
	Écartement des embases des tourillons	id.	265	250

(1) Ces renseignements sont extraits de la deuxième partie du titre premier du *Règlement provisoire sur le service des bouches à feu de campagne,* approuvé par le ministre de la guerre le 1er novembre 1878.

(2) L'âme est le vide intérieur de la bouche à feu; pour les bouches à feu se chargeant par la culasse, l'âme s'arrête au champignon de la tête mobile, la culasse fermée.

BOUCHES A FEU (*suite*).			90mm	80mm
Dimensions extérieures.	Diamètre des tourillons	millim.	104	104
	Distance de l'axe des tourillons à la tranche arrière de la frette de culasse	id.	835	830
	Longueur de la ligne de mire	id.	800	800
	Distance de la ligne de mire à l'axe du canon. Verticale	id.	115	109
	Distance de la ligne de mire à l'axe du canon. Horizontale	id.	107	92
Poids du canon (y compris la fermeture de culasse)		kilogr.	530	425
Prépondérance de culasse		id.	20	18,600
Poids du mécanisme de culasse complet		id.	16,420	11,200
MUNITIONS.				
Obus modèle 1877.	Longueur totale (sans la fusée)	millim.	256,0	228,0
	Diamètre extérieur du cylindre	id.	88,5	78,6
	Diamètre de la partie tournée du renflement de l'ogive	id.	89,2	79,3
	Diamètre de la ceinture	id.	91,6	81,5
	Épaisseur de la paroi cylindrique	id.	19,9	16,9
	Épaisseur au culot	id.	20,0	18,0
	Poids de l'obus vide	kilogr.	7,450	5,150
	Poids de la charge intérieure (poudre MC_{30}) (1) au minimum	gram.	0,280	0,240
	Poids de l'obus chargé en guerre	kilogr.	7,945	5,605
Obus à balles modèle 1879.	Nombre de balles		92	»
	Diamètre des balles en fer	millim.	19	»
	Poids de l'obus vide (les balles et le tube en place)	kilogr.	»	»
	Poids de la charge intérieure (poudre MC_{30})	gram.	200	»
	Poids de l'obus chargé en guerre	kilogr.	8	»
Boîtes à mitraille	mod. 1877 et 1879. Nombre de balles		225	154
	mod. 1877 et 1879. Diamètre des balles en plomb durci	millim.	16,7	16,7
	mod. 1877 et 1879. Poids des balles en plomb durci	gram.	27	27
	mod. 1877 et 1879. Poids de la boîte finie	kilogr.	8,185	5,815
	mod. 1880. Nombre de balles		123	85
	mod. 1880. Diamètre des balles en plomb durci	millim.	20	20
	mod. 1880. Poids des balles en plomb durci	gram.	44	44
	mod. 1880. Poids de la boîte finie	kilogr.	7,860	»
Gargousse.	Longueur de la gargousse (y compris la ligature)	millim.	375	370
	Diamètre (maximum)	id.	80	70
	Poids de la charge de poudre C_1	kilogr.	1,900	1,500

(1) On peut remplacer la poudre MC_{30} par une nouvelle poudre aux tonnes pour projectile creux. (Voir l'Instruction du 13 février 1879 sur la fabrication de cette nouvelle poudre.)

	MATÉRIEL.		90mm	80mm
Affût modèle 1878.	Élévation au-dessus du sol de l'axe du logement des tourillons (l'affût en batterie)	mètr.	1,200	1,112
	Distance du point d'appui des roues à celui de la crosse (l'affût en batterie)	id.	1,840	1,790
	Poids total de l'affût	kilogr.	681	503
	Poids total de l'affût chargé de la pièce	id.	1211	928
	Pression de la crosse sur le sol — avec la pièce	id.	82	91
	Pression de la crosse sur le sol — sans la pièce	id.	112	100
	Pression de la lunette de crosse sur le crochet cheville ouvrière — avec la pièce	id.	42	56
	Pression de la lunette de crosse sur le crochet cheville ouvrière — sans la pièce	id.	95	84
	Poids d'une roue	kilogr.	105	76
	Diamètre des roues	mètr.	1,490	1,430
	Voie de l'affût	id.	1,525	1,430
	Limites du tir. — Au-dessous de l'horizon		6°	5°
	Limites du tir. — Au-dessus de l'horizon		25°	26°
Avant-train en fer.	Poids du coffre à munitions vide, muni de ses garnitures intérieures	kilogr.	110	100
	Nombre — de projectiles (1)		28	30
	Nombre — de gargousses		28	32
	Poids du coffre à munitions chargé	kilogr.	395	320
	Poids total de l'avant-train	id.	790	635
Pièce.	Poids total de la pièce attelée	id.	2010	1568
	Longueur totale de la pièce du bout du timon à la bouche de la pièce	mètr.	7,75	7,70
	Distance entre les trains (entre'axe des essieux).	id.	2,45	2,45
	Diamètre du cercle dans lequel la pièce peut tourner	id.	10,20	10,20
	Voie de la pièce	id.	1,525	1,430
Caisson en fer.	Poids total de l'avant-train	kilogr.	790	595
	Poids total de l'arrière-train	id.	1350	1080
	Poids total du caisson (avec outils, roue de rechange et caisse aux instruments)	id.	2290	1840
	Longueur totale du caisson (du bout du timon à la roue de rechange)	mètr.	7,30	7,20
	Distance entre les trains (entre'axe des essieux).	id.	2,360	2,360
	Diamètre du cercle dans lequel le caisson peut tourner	id.	10,05	10,00
	Voie du caisson	id.	1,525	1,430

(1) Par suite de l'introduction dans le chargement des coffres d'obus à balles armés de la fusée à double effet, on est forcé de réduire le nombre des coups; il vient d'être fixé à 27 pour le 90mm (30 mars 1880).

Données sommaires sur le tir du canon de 90mm.

Charge de tir	1k,000	Angle de relèvement	18′
Poids du projectile	8k,000	Limite de pointage avec la hausse seule	5 700m
Vitesse initiale	455m		

PORTÉES.	HAUSSES.	DÉRIVES.	ANGLES de tir.	ÉCARTS PROBABLES en portée.	ÉCARTS PROBABLES en direction.	ÉCARTS PROBABLES en hauteur.	ZONES DANGEREUSES pour l'infanterie (1m,80)	ZONES DANGEREUSES pour la cavalerie (2m,50)	FLÈCHE maximum de la trajectoire	DISTANCES à la pièce, de la flèche de 10 m. de hauteur dans la branche ascendante.	DISTANCES au point de chute, de la flèche de 20 m. de hauteur dans la branche descendante.	DURÉE du trajet.
mètres.	millim.	millim.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	secondes.
500	6	0,5	1/4	8	0,1	0,1	165	500	2,1	»	»	1,2
1 000	19	0,5	1 1/4	8	0,2	0,3	54	76	8,5	»	»	2,6
1 500	31	1,0	2 1/2	8	0,4	0,5	31	44	19,5	260	»	4,1
2 000	50	1,5	3 1/2	9	0,7	0,8	21	29	38	165	300	5,7
2 500	70	2,0	5	10	1,0	1,2	15	20	65	115	180	7,4
3 000	90	2,5	6 1/2	11	1,4	1,7	11	16	100	90	130	9,3
3 500	113	3,5	8	12	1,9	2,4	9	12	148	70	100	11,3
4 000	137	4,5	9 3/4	13	2,6	3,3	7	10	208	60	80	13,6
4 500	165	6,0	11 3/4	14	3,3	4,5	6	8	282	50	65	16,1
5 000	197	7,5	13 3/4	16	4,2	6,0	5	7	373	40	55	18,7
5 500	233	9,5	16 1/4	18	5,2	8,0	4	6	486	35	45	21,4
6 000	274	12,0	19	20	6,3	10,6	3	5	625	30	35	24,3
6 500	325	15,0	22	22	7,7	14,3	3	4	804	25	30	27,5
7 000	390	19,0	26	25	9,3	19,6	2	3	1 050	20	25	30,9

Données sommaires sur le tir du canon de 80mm.

Charge de tir 1k,500
Poids du projectile 5k,600
Vitesse initiale 490m

Angle de relèvement . . . . . 20′
Limite de pointage avec la hausse seule 5 800m

PORTÉES.	HAUSSES.	DÉRIVES.	ANGLES de tir.	ÉCARTS PROBABLES en portée.	ÉCARTS PROBABLES en direction.	ÉCARTS PROBABLES en hauteur.	ZONES DANGEREUSES pour l'infanterie (1m,80).	ZONES DANGEREUSES pour la cavalerie. (2m,50).	FLÈCHE maximum de la trajectoire	DISTANCES à la pièce, de la flèche de 10 m. de hauteur dans la branche ascendante.	DISTANCES au point de chute, de la flèche de 20 m. de hauteur dans la branche descendante.	DURÉE du trajet.
mètres.	millim.	millim.	degrés.	mètres.	metres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	secondes.
500	4,5	0,5	1/4	8,0	0,1	0,1	500	500	1,5	»	»	1,1
1 000	16,0	0,5	1 1/4	8,0	0,2	0,3	58	79	7	»	»	2,4
1 500	29,5	1,0	2	8,0	0,4	0,5	33	45	17	340	»	3,9
2 000	45,0	1,5	3 1/4	8,5	0,7	0,7	21	30	34	195	300	5,5
2 500	63,0	2,5	4 1/2	9,0	0,9	1,1	15	21	59	130	195	7,2
3 000	83,0	3,5	6	10,0	1,3	1,5	12	16	96	95	130	9,0
3 500	105,0	4,0	7 1/2	10,5	1,7	2,0	9	13	146	75	105	11,0
4 000	130,0	5,0	9 1/4	12,0	2,1	2,8	7	10	209	60	85	13,1
4 500	158,0	6,5	11 1/4	13,0	2,7	3,8	6	9	284	50	70	15,3
5 000	188,0	8,0	13 1/4	14,0	3,4	5,2	5	7	374	40	55	17,7
5 500	223,0	9,5	15 1/2	16,0	4,3	7,1	4	6	489	35	45	20,3
6 000	262,0	12,0	18 1/4	18,0	5,1	9,5	4	5	632	30	40	23,1
6 500	309,0	15,0	21 1/4	20,5	6,6	13,0	3	4	824	25	30	26,2
7 000	374,0	18,5	25	23,0	8,0	18,9	2	3	1 105	20	25	29,6

NOTE

SUR

L'EMPLOI DE LA DYNAMITE GELÉE

PENDANT LES

TRAVAUX EXÉCUTÉS A SAUMUR (1)

L'opération la plus délicate dans l'emploi de la dynamite, la seule délicate, dirons-nous volontiers, est celle qui consiste à faire dégeler la dynamite. Cependant elle est généralement considérée comme nécessaire; elle est usitée dans l'industrie, et on la prescrit dans presque tous les services. On recommande à ce sujet des précautions qui, si elles étaient toujours exactement suivies, écarteraient à peu près tout danger; mais le sort inévitable des précautions minutieuses est d'être laissées de côté quand il faut opérer rapidement et sur une grande échelle. A Saumur, où on a consommé jusqu'à 1 500 kil. de dynamite par jour, maniés par des hommes dont beaucoup se servaient de cette substance pour la première fois, on eût été exposé à avoir des accidents graves si l'on s'était astreint à faire dégeler des masses aussi considérables, dans les conditions d'installations improvisées où l'on se trouvait. Le but de cette note est d'appeler l'attention sur ce fait que l'opération du dégel n'est pas nécessaire, même par des températures inférieures à 20° au-dessous de zéro, à la condition d'employer des capsules et un mode d'amorçage convenables.

(1) Cette note a été rédigée à la sollicitation de M. l'ingénieur en chef Sainjon, à la disposition duquel nous avions été mis par le Ministre de la guerre, sur la demande du Ministre des travaux publics, pour prendre part aux travaux de défense de Saumur contre les glaces. M. Sainjon a pensé qu'il était utile de faire connaître le mode d'emploi de la dynamite qui dispense de la faire dégeler.

Mais d'abord, il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler la nature des accidents que peut entraîner l'opération du dégel de la dynamite. Le plus terrible est celui arrivé à Parme en 1878, où 80 personnes ont été tuées ou blessées par suite de l'explosion d'une quantité très-faible de dynamite, 1 kil. environ. Nous trouvant à Rome quelques semaines après cette catastrophe, nous avons pu avoir des détails assez complets sur les circonstances dans lesquelles elle s'est produite.

Le 21 février 1878, des détachements de sapeurs d'infanterie et de cavalerie étaient appelés à procéder à des exercices pratiques sur l'emploi de la dynamite, sous la direction d'un capitaine d'artillerie, aux alentours de la citadelle de Parme. La température était inférieure à — 8° centigrades, et, par suite, la dynamite était gelée. Dans le but de la faire dégeler, on l'avait placée dans des bidons qui étaient chauffés au bain-marie. Tandis que le capitaine qui était chargé de la direction des exercices était occupé à donner des instructions, un lieutenant de cavalerie emporta, à l'insu du capitaine, le bidon qui était affecté au détachement qu'il commandait et qui renfermait environ 1 kil. de dynamite. Ce détachement était chargé d'abattre un arbre à quelque distance de là, et un grand nombre de curieux s'étaient groupés tout autour.

Le lieutenant, trouvant que la dynamite n'était pas suffisamment dégelée par l'action du bain-marie, fit prendre un brasero dans une maison voisine, et, tandis que les assistants se pressaient autour de lui, il plaça le bidon renfermant la dynamite sur le brasero. On a dit bien souvent que la dynamite a besoin, pour détoner, d'un détonateur initial ; que, mise au contact avec un corps en ignition, elle se contente de brûler. On a encore exprimé ce fait en disant qu'elle brûle ou détone comme le corps qui la touche, qu'elle reproduit, ou, plutôt, qu'elle continue exactement le mouvement vibratoire qui lui est imprimé. Aussi le lieutenant a-t-il pu croire qu'il risquait au pis aller que

son kilogramme de dynamite prît feu et brûlât tranquillement. Cette opinion, qui est inexacte quand on la prend dans un sens absolu, et qui malheureusement est très répandue, a déjà fait bien des victimes. La vérité est que la combustion simple se transforme souvent en détonation pour des causes assez multiples. Si, par exemple, on porte brusquement une goutte de nitroglycérine à la température de 180° centigrades en la jetant sur une barre métallique chauffée à cette température, la nitroglycérine détone. Or, un fait de ce genre a pu se produire quand le lieutenant a posé son bidon sur le brasero. Au milieu des cendres du brasero, il pouvait se trouver un morceau de braise qui a porté brusquement la température d'un point de la paroi métallique à 180°; une molécule de dynamite ou de nitroglycérine, en contact avec ce point, venant à détoner, devait provoquer la détonation de toute la masse.

Quoi qu'il en soit, au moment même où le lieutenant posa le bidon sur le brasero, une détonation se produisit; les effets en furent terribles par suite de la grande quantité de spectateurs : le lieutenant eut les bras et les jambes emportés, et fut tué sur le coup : il en fut de même de tous ceux qui étaient très-rapprochés; et il y eut en outre 80 blessés. Peut-on attribuer tous ces effets à l'action directe des gaz provenant de la détonation de la dynamite? C'est peu vraisemblable. Car, pour une quantité de dynamite aussi faible que 1 kil., détonant à l'air libre, cette action ne paraît pas se faire sentir au delà de quelques mètres. Nous avons eu l'occasion de constater, dans le cours des expériences de la commission mixte d'études sur la dynamite, instituée à Versailles sous la présidence de M. le général de division Thoumas, qu'en faisant détoner $1^k,400$ de dynamite au pied d'un mur, des gabions ayant été placés respectivement à 5 mètres, 10 mètres et 15 mètres en avant du mur, du même côté que la charge, aucun des gabions n'a été renversé.

Mais, si les gaz provenant de la détonation n'ont pas,

suivant toute apparence, occasionné par leur action directe les effets constatés dans l'accident de Parme, il n'est pas douteux qu'ils ont agi indirectement par les projections qu'ils ont déterminées. C'est ainsi qu'on a extrait d'un certain nombre de blessures, des morceaux de fer-blanc qui provenaient évidemment du bidon. D'autres blessures, en grand nombre, étaient petites, mais elles étaient profondes et présentaient à l'intérieur une cavité d'où s'échappait une suppuration. On a admis généralement que ces blessures avaient dû être produites par des grains de sable projetés avec une énorme vitesse, sans qu'il fût possible cependant d'y retrouver aucun corps étranger.

Un autre fait, arrivé à Saumur, montre bien le danger du dégel de la dynamite. Pendant les premiers jours des travaux, avant notre arrivée, on dégelait la dynamite dans de l'eau chaude qu'on réchauffait de temps en temps. Sur un des chantiers où l'on faisait cette opération, un officier ayant remarqué que l'eau dans laquelle on trempait les cartouches était devenue huileuse, la fit verser dans un des trous pratiqués dans la glace, en même temps qu'on y mettait une cartouche : la détonation fut équivalente à celle de plusieurs cartouches. Il est probable que si on avait continué à réchauffer cette eau sur un brasier, on eût fini par avoir un accident analogue à celui de Parme. On dira que cette manière de dégeler était défectueuse ; mais pense-t-on que l'on pourra toujours prendre les dispositions et les précautions convenables ? Au début des travaux de Saumur, on ne consommait par jour que de faibles quantités de dynamite, ce qui rendait possible à la rigueur l'opération du dégel. Mais, au bout de quelques jours, on allait être conduit à consommer plus de 1 000 kil. de dynamite, répartis entre un grand nombre de chantiers, et divisés en une foule de petites charges qui devaient être confectionnées à la hâte en plein air, par un froid qui atteignit certains jours 12° au-dessous de zéro. Des ateliers étaient improvisés sur la berge, sur un ilôt, sur la glace, en de-

points qui changeaient souvent dans une même journée, à mesure que les travaux avançaient, et où on ne disposait nécessairement que d'un outillage incomplet. L'opération du dégel eût été non-seulement dangereuse, mais impossible, à cause du temps et des soins qu'elle eût demandés.

Depuis longtemps, la question du dégel de la dynamite avait préoccupé les services militaires. En campagne, en effet, cette opération ne serait pas pratique. Pour la cavalerie, notamment, qui est appelée aujourd'hui à faire un usage assez fréquent de la dynamite, il n'est pas admissible qu'on la fasse dégeler. On a bien proposé, à cet effet, de faire porter la dynamite dans la poche des hommes; mais, sans parler des inconvénients que présenterait cette mesure, il ne faut pas oublier qu'elle serait souvent inefficace. Quand la dynamite n'a été gelée que pour être restée quelques jours à une température peu inférieure à 8°, elle dégèle très facilement et on y arrive en la tenant quelque temps dans la poche. Mais il n'en est pas de même si elle a été exposée pendant un temps prolongé à des températures comme celles de l'hiver dernier, allant jusqu'à —25°. Il fallait donc, pour les services militaires, trouver une capsule qui fît détoner la dynamite gelée.

Des expériences exécutées sur les polygones militaires, tant en France qu'à l'étranger, ont montré que pour faire détoner la dynamite gelée, les capsules employées dans l'industrie, qui ne contiennent que 15 à 25 centigrammes de fulminate, sont en général insuffisantes, et que pour obtenir ce résultat avec certitude, il faut employer des capsules contenant 1 gramme au moins de fulminate de mercure pur et sec. C'est ainsi qu'en Belgique, une barre de fer de $0^m,05$ de largeur sur $0^m,04$ d'épaisseur, que l'on rompt à la température ordinaire au moyen d'une charge de 500 grammes de dynamite, n'a pu être brisée par la même charge gelée, amorcée par une capsule à charge de 45 centigrammes de fulminate pur et sec.

Au contraire, avec les capsules à charge de 1 gramme

ou 1gr,25 de fulminate pur et sec, on a produit une détonation franche aussi forte qu'avec la dynamite molle, et les effets produits sur la barre de fer ont été exactement les mêmes.

En France, on a considéré la charge de 1 gramme comme un minimum qui pouvait se trouver insuffisant avec de la dynamite fortement gelée (c'est ce qui est arrivé précisément à Saumur, quand on a employé des capsules à 1 gramme) et l'on s'est arrêté à une capsule contenant 1gr,50 de fulminate. Cette charge de fulminate est comprimée dans le fond d'un tube de 6 millimètres de diamètre, en cuivre rouge; elle y est maintenue par un second petit tube qui est introduit dans le premier à frottement. Ce petit tube additionnel, qui fait office de bourrage sur le fulminate, est terminé à sa partie supérieure par une petite calotte courbe, percée d'un trou de 3 millimètres de diamètre. Le croquis ci-joint indique cette disposition.

Pendant le mois de décembre dernier, le froid étant descendu à Versailles jusqu'à 25° au-dessous de zéro, nous en avons profité pour vérifier, au nom de la commission mixte d'études sur la dynamite, que, même par ces températures extrêmes qui n'avaient pas été atteintes les hivers précédents, la dynamite n° 1 de Vonges, en l'amorçant avec ces capsules, détonait franchement. La dynamite employée était sous forme de pétards de cavalerie dont il sera parlé tout à l'heure, et les capsules provenaient de l'École de pyrotechnie de Bourges. L'expérience, répétée pendant six jours, n'a donné lieu à aucun raté et la détonation a toujours été franche, comme ce qu'on est convenu d'appeler une détonation de premier ordre. En outre, des ruptures doubles en couple, exécutées sur des rails à patins et sur des rails à double champignon, ont donné les mêmes résultats que ceux qu'on avait obtenus depuis trois ans dans les conditions de température ordinaires. C'est

en s'appuyant sur ces faits que nous avons cru pouvoir, dès notre arrivée à Saumur, demander qu'on ne fît plus dégeler la dynamite et qu'on employât uniquement les capsules de l'École de pyrotechnie de Bourges, à l'exclusion de toutes les autres dont on disposait et qui donnaient lieu à des ratés fréquents.

Par une autre expérience, faite à Versailles au commencement de janvier, nous avions reconnu que non-seulement la capsule détermine la détonation de la dynamite avec laquelle elle est en contact, mais de plus que cette détonation se transmet bien le long d'un chapelet de plusieurs mètres, constitué par des pétards de dynamite très-fortement gelés, placés bout à bout et *solidement* ficelés sur des lattes. Le chapelet le plus long avait été de 10 mètres.

Une application de cette expérience a été faite à Saumur par M. le capitaine du génie Binet sur un chapelet de 180 mètres de longueur qui était posé sur la glace et bourré partie en sacs à terre, partie avec des glaçons. Pour éviter que la détonation ne s'affaiblît en se transmettant, on avait placé, de 10 mètres en 10 mètres, une capsule présentant son orifice du côté d'où venait la détonation. Le feu ayant été mis, avec une mèche lente, à une des extrémités du chapelet, la détonation eut lieu sur 30 mètres de longueur; elle s'arrêta en un point où il y avait de l'eau sur la glace et où, par suite, la capsule avait dû être fortement mouillée. Les 150 mètres restants, ayant été de nouveau amorcés, détonèrent sans interruption; la glace fut brisée d'une manière uniforme sur toute la longueur du chapelet, ce qui semble bien indiquer qu'en interposant, de distance en distance, des capsules, la détonation se transmet sans s'affaiblir.

De ce qui précède, il résulte que, pour se servir de la dynamite gelée, il faut recourir à des capsules comme celles dont on vient de parler. Mais la question est-elle complétement résolue par l'emploi de cette capsule?

Si on prend une cartouche ordinaire, à enveloppe de

papier, dont la dynamite est gelée, comment placera-t-on la capsule? On ne pourra, comme on le fait dans le cas de la dynamite molle, enfoncer la capsule dans la dynamite; on sera réduit à fixer la capsule latéralement contre la cartouche; mais la cartouche et la capsule, étant toutes deux cylindriques, ne se toucheront que par une génératrice. Cependant, si on a soin de déchirer l'enveloppe de papier pour rendre le contact plus intime, et si l'on ficelle solidement la capsule contre la cartouche; ou bien encore si, au lieu d'une seule capsule, on en prend deux, comme on l'a fait quelquefois à Saumur, et qu'on les place entre trois cartouches solidement ficelées, on pourra, par ces divers expédients, faire détoner la dynamite gelée; mais on aura encore fréquemment des ratés ou des détonations incomplètes.

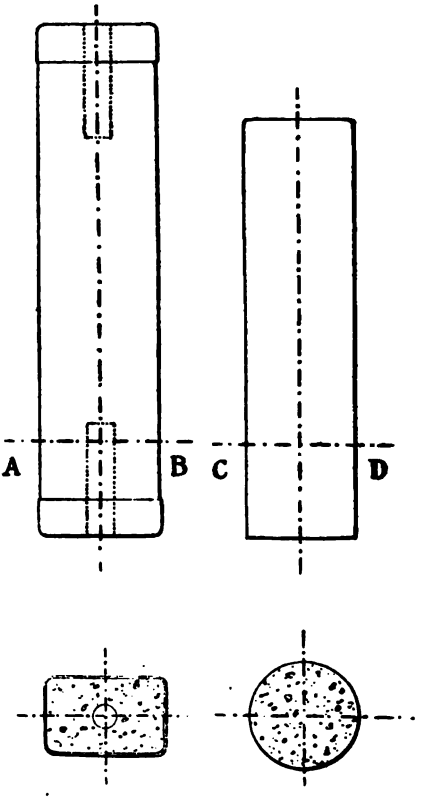
Il est donc nécessaire d'avoir, pour l'amorçage, des cartouches spéciales où le logement de la capsule soit préparé à l'avance, de sorte qu'on puisse toujours l'y introduire facilement, que la dynamite soit molle ou qu'elle soit gelée. Ce sont ces cartouches spéciales, présentant un logement pour la capsule, qu'on est convenu, dans les services militaires, d'appeler pétards pour les distinguer des cartouches ordinaires [1].

Leur enveloppe extérieure, qui est métallique (celle des cartouches ordinaires est en papier), est constituée par une feuille de fer-blanc ne présentant pas de soudure. Elle est maintenue à chacune de ses extrémités par un couvercle qui entre dessus à frottement dur. Au centre de chacun de ces couvercles est fixé un petit tube faisant saillie à l'intérieur, fermé à son extrémité, et destiné à recevoir la capsule. L'orifice extérieur de ces petits tubes est recouvert par un ruban de fil qu'on arrache au moment d'introduire la capsule dans l'un d'eux. Le tout est recouvert de papier.

---

[1] Cette disposition, qui permet d'amorcer la dynamite gelée de façon à la faire détoner sûrement, a été proposée par une commission instituée à Versailles en 1875 à l'École régimentaire du génie.

On peut faire des pétards de divers poids; ils peuvent être cylindriques ou prismatiques. On a représenté en demi-grandeur, dans les croquis ci-joints, un pétard prismatique de 100 grammes et, à côté, une cartouche de 100 grammes de dynamite n° 1 de Vonges.



Pour amorcer une charge, il suffit d'employer un seul pétard, le reste de la charge étant constitué par des cartouches. 14508 pétards ont été employés à Saumur. Ils ont servi à amorcer, et quelquefois à confectionner (faute de cartouches) 6060 charges.

Le poids des charges a varié, suivant l'épaisseur de la glace et suivant les effets à obtenir, depuis 300 grammes jusqu'à 25 kil. La disposition en chapelets horizontaux n'a été employée que rarement; en général, on s'est servi de charges concentrées placées verticalement.

En résumé, l'emploi combiné de la capsule à 1gr,50, qui a été décrite, et d'un pétard-amorce, permet de se servir, sans opération préalable, de la dynamite qui a été gelée à des températures allant jusqu'à 20° au-dessous de zéro.

En dehors des raisons d'économie qui, dans l'industrie, peuvent faire hésiter devant l'emploi de la capsule à 1gr,50 et du pétard-amorce, nous ne voyons guère qu'un cas où

l'emploi de la dynamite gelée doit être prohibé : c'est celui où la dynamite doit être *bourrée* dans des trous de mine ; on sait qu'en effet il est dangereux de frapper sur de la dynamite gelée ; la catastrophe arrivée au fort de Larmont, près de Pontarlier, en 1877, en est un exemple mémorable. Dans toute autre circonstance, il semble préférable d'employer la dynamite dans l'état où elle se trouve, sans se préoccuper de la faire dégeler.

La consommation totale de dynamite, pendant les travaux de Saumur, a été de 12887 kil., dont 1450 kil. en pétards, 5195 kil. en dynamites de Vonges, 6240 kil. en dynamites de Paulilles. On a consommé, en outre, 250 kil. de coton-poudre comprimé qui, en général, n'a pas été employé seul, mais mélangé aux charges de dynamite.

Il n'y a pas eu un seul accident à déplorer, du fait de ces explosifs. Ces chiffres montrent quelle sécurité relative présente l'emploi de la dynamite : nous ne croyons pas qu'on eût pu manier les quantités équivalentes de poudre, dans des conditions d'installation aussi improvisées, sans risquer des accidents graves.

Pendant que nous rédigions cette note, nous avons appris que l'opération du dégel de la dynamite venait encore de coûter la vie à deux hommes dans un département du Nord.

Nous serons heureux si nous pouvons contribuer, dans une certaine mesure, à diminuer, pour l'avenir, les probabilités de pareils accidents, en insistant sur ce fait qu'on peut éviter, dans le plus grand nombre des cas, la seule opération vraiment délicate que comporte le maniement de la dynamite, et en vulgarisant les procédés qui permettent de l'employer sans danger lorsqu'elle est gelée.

G. Lebon,

Capitaine d'artillerie,

Secrétaire de la Commission mixte d'études sur la dynamite.

PROGRÈS

DE LA

DÉPHOSPHORATION

DES FONTES ET DES ACIERS

[Fin.] (1)

Seconde communication de M. Gautier (2).

Dans ma communication du 4 juillet 1879, j'ai cherché à vous exposer l'état où se trouvait alors la question si importante de la déphosphoration. Il ressortait de cette étude que deux procédés arrivaient à des résultats d'une certaine valeur : le *procédé Thomas-Gilchrist*, permettant d'obtenir de l'acier Bessemer avec des fontes aussi chargées en phosphore que le sont celles du Cleveland et de la Moselle, et le procédé *Krupp* ou *Narjes-Bender*, produisant des fontes mazées, en partie déphosphorées, et pouvant être utilisées au puddlage ou dans l'industrie Martin-Siemens.

Le *procédé Thomas-Gilchrist*, tel que l'avaient mis en lumière les communications diverses faites à l'*Iron and Steel Institute*, au meeting de Londres et les expériences publiques d'Eston, près Middlesbourg, aux usines de MM. Bolckow et Vaughan, se présentait avec les caractères suivants :

Emploi d'un garnissage dolomitique remplaçant l'ancien revêtement des convertisseurs en matériaux siliceux.

Addition, au commencement de l'opération, d'un mélange de chaux et d'oxyde de fer destiné à absorber la silice et l'acide phosphorique produits.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 468, et XVI, p. 91.

(2) *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils.* — Séance du 9 janvier 1880.

Prolongement du soufflage au delà du point d'arrêt ordinaire des opérations Bessemer.

Détermination de la fin pratique de la déphosphoration par une série de prises d'essai et de tâtonnements.

Dans ces conditions, on arrivait avec des fontes à 15 millièmes de phosphore à réaliser des aciers très-peu carburés, qui ne renfermaient plus que 1,5 millième de phosphore; mais il y avait dans cette manière d'opérer des causes multiples de refroidissement. Pour éviter les projections, on ne traitait qu'une petite charge dans un grand convertisseur, ce qui augmentait les pertes par rayonnement. L'addition de l'oxyde de fer était aussi un élément notable d'abaissement de température de l'opération; enfin, les tâtonnements de la fin faisaient perdre un temps précieux.

Pour obvier à ces inconvénients, on traitait des fontes ayant jusqu'à 3 p. 100 de silicium, dont le pouvoir calorifique est très-élevé. Mais alors on se trouvait dans un cercle vicieux. Il fallait forcer les additions basiques, pour absorber la grande quantité de silice ainsi produite; car, pour la fixité des phosphates formés, on ne pouvait laisser plus de 20 p. 100 de ce corps dans la scorie.

Au moment de la recarburation, cette scorie, très-fluide, se laissait d'ailleurs traverser par l'oxyde de carbone résultant de la réaction du carbone du spiegel sur l'oxyde de fer du bain. Il se produisait alors une rephosphoration partielle du métal épuré : un millième de phosphore environ s'ajoutait à celui que l'on avait laissé dans l'acier et ne pouvait provenir vraisemblablement que de l'action du manganèse du spiegel ou de l'oxyde de carbone sur les phosphates de la scorie. Ces réactions, d'ailleurs, quelle que fût leur nature, se produisaient avec violence; l'addition finale devait être faite en plusieurs fois, pour éviter une projection trop brusque de la scorie hors du convertisseur.

Le métal obtenu restait froid; de forts fonds de poche venaient augmenter le déchet et le portaient à 18 et 20

p. 100; c'est-à-dire qu'il fallait environ 1 200 kil. de fonte, prise au fourneau, pour obtenir 1 000 kil. de lingots d'acier, tandis que 1 130 ou 1 140 suffisent, quand la fonte est pure et est soumise au traitement ordinaire du procédé Bessemer. Les rebuts, au laminage, atteignaient 10 p. 100 au mois de mai dernier et ne descendirent guère au-dessous de 5 p. 100. Il ne manquait donc pas de progrès à réaliser, et cette nécessité s'imposait pour donner à l'invention de MM. Thomas et Gilchrist un véritable caractère pratique.

Progrès en Angleterre. — La première question qui préoccupa les ingénieurs anglais fut la diminution de l'addition basique, dont le rôle absorbant se compliquait d'une action réfrigérante très-marquée. On supprima l'oxyde de fer et on insuffla la chaux par un artifice analogue à celui dont on s'était servi à Neuberg, dans le traitement au Bessemer des fontes blanches et truitées, pour entraîner par le vent de la poussière de charbon de bois. On arriva ainsi à éliminer la moitié du phosphore, tout en conservant 2 $^1/_2$ p. 100 de carbone, tandis que dans l'ancienne manière d'opérer, quand le carbone descendait de 3,5 à 2,5, la diminution de phosphore n'était guère que de 5 à 6 p. 100. La suppression de l'oxyde de fer diminua le refroidissement, elle protégea le garnissage, la scorie étant moins corrosive; mais en même temps il se produisit des engorgements à l'orifice du convertisseur; et, pour y remédier, on modifia la forme de celui-ci. On surmonta la demi-sphère inférieure d'un cône droit que l'on tronqua largement, les gaz alors se dégagèrent librement et les projections retombèrent dans le bain, sans encombrer le gueulard.

Pour supprimer les explosions finales, qui résultent, comme nous l'avons dit, de la réaction trop vive de l'oxyde de fer du bain sur le carbone du spiegel ou du ferromanganèse, on appela à son aide le silicium. En agissant sur l'oxyde de fer dissous, le silicium donne naissance à de la

silice, qui reste dans le bain et n'a aucune tendance à être projetée au dehors.

$$3\,Fe^3O^4 + Si = 9\,FeO + SiO^2.$$

Si le silicium se trouve en présence d'oxyde de carbone, formé par l'action inévitable que le carbone, qui l'accompagne, exerce sur l'oxyde de fer du bain,

$$Fe^3O^4 + C = 3\,FeO + CO,$$

le silicium décompose ce gaz, en donnant naissance à de la silice et à un dépôt de carbone qui se redissout dans le métal :

$$Si + 3\,CO = 3\,C + SiO^2.$$

On se rappelle que c'est cette réaction qui explique la formation des aciers sans soufflures, au moyen du silicium.

Cette addition de silicium se fit à Eston sous forme de fonte grise à 3 p. 100 de silicium. Conformément à la théorie précédente, le dégagement d'oxyde de carbone qui donnait aux opérations sursoufflées un caractère dangereux, fut entièrement supprimé; l'addition complémentaire de spiegel, destinée à enlever par le manganèse les dernières traces de l'état rouverin et à communiquer au métal le degré de carburation convenable, se fit avec calme et précision.

Pour simplifier, on proposa en France l'emploi du siliciure de fer et de manganèse, qui devait avoir plusieurs avantages importants. D'abord, il réduisait les additions à une seule; de plus, dans ces alliances à haute teneur en silicium, le carbone est en très-faible proportion, ne dépassant pas quelquefois 1 et 1 $^1/_2$ p. 100; on réduisait donc au minimum la chance de production d'oxyde de carbone; ajoutons enfin que la présence simultanée du manganèse et du silicium devait, sous une action oxydante, amener la production d'un silicate de fer et de manganèse très fusible et, par suite, donner beaucoup d'homogénéité au métal.

L'essai du siliciure de fer et de manganèse ne fut fait

en Angleterre que dans des conditions imparfaites ; l'alliage n'avait que 3 p. 100 de silicium et ne permit pas d'obtenir tout l'effet qu'on en attendait.

On se rappelle que les expériences d'Eston avaient mis en évidence un phénomène singulier : le métal déphosphoré à 0,140 se trouvait porté subitement à 0,235 de phosphore après l'addition du spiegel. Comme le spiegel renferme du carbone et du manganèse, c'est à la présence de l'un ou l'autre de ces corps et à leur action sur le phosphate de la scorie qu'il fallait attribuer cette rephosphoration, dépassant quelquefois 1 millième. Le silicium, en combattant l'oxyde de carbone, supprima en même temps la rephosphoration, ce qui donnerait raison à l'opinion attribuant cette augmentation de phosphore à l'action de l'oxyde de carbone sur la scorie.

Un autre moyen d'éviter la rephosphoration a été essayé à Eston. On coulait pêle-mêle métal et scorie dans une première poche munie d'une quenouille et d'un orifice de fond; dans une seconde poche, on faisait rendre le métal seul et c'est là, qu'à l'abri du contact de la scorie, se faisait

MÉTAL.

TEMPS ÉCOULÉ :	0	3'	6'	9'	12'	14' 1/2	16' 1/2
Phosphore	1,5	1,6	1,63	1,43	1,42	1,2	0,08
Carbone	3,5	3,6	3,4	2,4	0,9	0,075	»
Silicium	1,7	0,8	0,28	0,05	0,01	0	0
Manganèse	0,7	0,62	0,55	0,37	0,28	0,13	0,1
Soufre	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

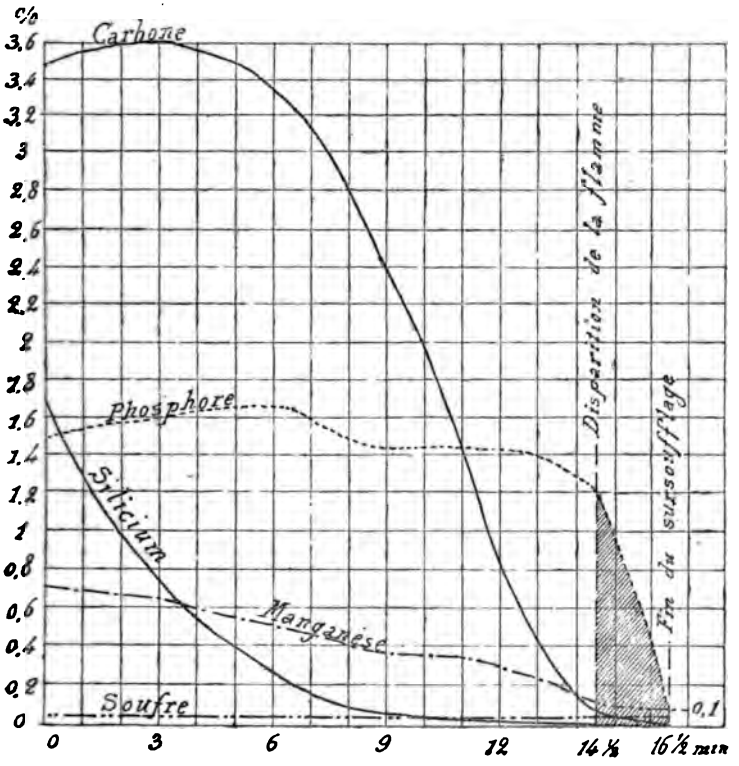
SCORIES CORRESPONDANTES.

TEMPS ÉCOULÉ :	3'	6'	9'	12'	14' 1/2	16' 1/2	16'35"
Silice	32,60	42,60	36,00	35,60	33,00	15,60	16,60
Acide phosphorique	0,60	0,15	1,60	2,61	5,66	15,06	16,03
Fer	5,65	2,00	4,60	4,80	6,15	10,45	11,35

l'introduction du spiegel. Cette disposition réussit assez bien, mais on y renonça devant le refroidissement supplémentaire qui en résultait et qu'il était facile de prévoir.

Enfin, pour répondre à certaines critiques exprimées sur l'exactitude des diagrammes représentatifs de l'oxydation relative des différents éléments qui accompagnent le fer dans la fonte traitée, M. Richards soumit, au meeting de l'*Iron and Steel Institute*, à Liverpool, le résultat de prises d'essai espacées de trois en trois minutes depuis le commencement de l'opération.

Ces résultats se traduisent par le diagramme suivant :



En résumé, les perfectionnements apportés en Angleterre ne modifient pas la nature de la matière première

employée. Celle-ci reste toujours *une fonte très grise et très siliceuse*, relativement difficile et coûteuse à réaliser.

Progrès en Westphalie. — Les modifications les plus importantes apportées au procédé Thomas-Gilchrist nous arrivent de l'usine de Hörde. Le directeur, M. Massenez, et l'ingénieur, M. Pink, ont donné au meeting métallurgique de Dusseldorf (*General Versammlung des technischen Vereines für Eisenhüttenweisen*) tenu le 15 décembre 1879, des renseignements très-détaillés, que nous avons tout lieu de croire exacts.

La déphosphoration fut essayée le 22 septembre 1879 et tout d'abord, M. Massenez (pour emprunter son langage imagé) *déclara une guerre acharnée au silicium, pour faire un pacte d'amitié avec le phosphore.*

Avec des fontes blanches à $^1/_2$ *p.* 100 *de silicium,* 2 $^1/_2$ *p.* 100 *de carbone et plus de* 2 *p.* 100 *de phosphore, on réussirait à faire des aciers ayant de* 3 *à* 6 *dix-millièmes de phosphore.*

Voici quelques renseignements numériques communiqués par l'usine de Hörde.

DÉSIGNATION.	FONTE DE HÖRDE.		FONTE. du Luxembourg.
	Grise.	Blanche.	
Silicium	1,50 à 2,85	0,36	1,218
Phosphore	1,30 à 1,01	1,70	1,726
Soufre	0,01 à 0,07	0,16	0,173
Manganèse	1,30 à 0,65	1,30	0,497
Carbone	3,60 à 3,34	2,30	3,122

Opération n° 67.

Fonte grise de Hörde	1 200 kil.
Fonte blanche de Hörde	1 500
Scraps d'acier	500
Spiegel	210
	3 410
Rendement	3 087

DÉSIGNATION.	PHOSPHORE.	CARBONE.	SOUFRE.	MANGANÈSE.	SILICIUM.
Fonte	1,04	2,58	0,22	1,35	1,03
Après 11' 3/4	0,82	0,08	0,19	0,39	0,09
Après 100" de sur-soufflage.	0,08	0,06	0,15	0,39	0,007
15" plus tard. . . .	0,045	0,04	0,14	0,37	0,005
Produit final. . . .	0,06	0,28	0,067	0,46	0,002

Opération n° 68.

Fonte grise de Hörde	1 200 kil.
Fonte blanche	1 500
Scraps	600
Spiegel.	210
	3 510
Rendement.	3 126

DÉSIGNATION.	PHOSPHORE.	CARBONE.	SOUFRE.	MANGANÈSE.	SILICIUM.
Fonte	0,96	2,82	0,16	1,04	0,45
Après 14'.	0,70	0,09	0,16	0,40	0,02
Après 110" de sur-soufflage.	0,09	0,085	0,15	0,33	0,003
15" plus tard. . . .	0,05	0,081	0,09	0,29	»
Produit final. . . .	0,06	0,26	0,009	0,31	»

Opération n° 69.

Fonte grise.	900 kil.
Fonte blanche	1 800
Scraps	600
Spiegel	210
	3 510
Rendement	3 156

DÉSIGNATION.	PHOSPHORE.	CARBONE.	SOUFRE.	MANGANÈSE.	SILICIUM.
Fonte.	1,04	0,73	0,25	1,27	0,72
Après 12'	0,74	0,08	0,18	0,45	0,14
Après 120" de sur-soufflage.	0,06	0,07	0,12	0,19	0,004
Produit final. . . .	0,06	0,24	0,063	0,40	»

Le total de ces trois coulées consécutives donne :

Matières traitées	10 430	1 120
Rendement	9 310	1 000
Déchet. . . .	1 120	120

Le poids total de la scorie serait de 2 250 kil.

Scories finales.

DÉSIGNATION.	(a)	(b)	(c)
Silice.	9,50	13,81	11,10
Acide phosphorique.	9,76	7,38	12,43
Oxyde magnétique Fe^3O^4.	9,28	6,92	11,25
Protoxyde de fer	»	1,41	»
Protoxyde de manganèse	6,16	6,20	4,40
Chaux	59,35	57,85	50,21
Magnésie.	5,01	6,93	9,54
Sulfure de calcium	0,17	0,22	1,15
Alumine	Traces.	Traces.	Traces.
Totaux	99,93	100,72	100,28

Les scories (*a*) et (*b*) appartiennent à diverses opérations; l'analyse (*c*) est la moyenne de ce que donnent les trois opérations 67, 68 et 69.

On remarquera seulement des traces d'alumine. Déjà, à Eston, avec des briques à 10 p. 100 d'alumine, on ne retrouvait que 1,30 p. 100 de ce corps, dans la scorie; il semble donc que l'alumine ait moins de tendance que la chaux et la magnésie à se laisser attaquer sous la double action de la silice et de l'acide phosphorique.

Quant au métal, essayé à la traction, il aurait donné :

DÉSIGNATION.	CHARGE de rupture en kilogrammes par mill. carré.	ALLONGEMENT pour 100.	CONTRACTION pour 100.
Opération n° 67	50,1	20,6	44,8
Opération n° 68	53,5	22,0	47,0
Opération n° 69	54,3	19,2	42,0

La longueur de la partie essayée n'est pas indiquée.

A Hörde, on a fait aussi du métal pour tôle, donnant 39 kil. de résistance par millimètre carré et 70 p. 100 de contraction.

Il est regrettable que des nombres, relatifs à des coulées plus phosphoreuses encore, n'aient pas été communiqués.

Ce qui caractérise les expériences si intéressantes entreprises dans le bassin de la Rühr, c'est la substitution du phosphore au silicium, comme élément calorifique, au Bessemer. On ne connaissait, jusqu'à présent, que deux corps dont la combustion pût développer et maintenir la température nécessaire à l'opération : le *silicium* et, au besoin, le *manganèse,* le premier ayant un pouvoir calorifique de 7 830, d'après les recherches récentes de Troost et Hautefeuille ; et le second de 8000, d'après les mêmes auteurs. Les ingénieurs de Hörde nous présentent un troisième corps, le *phosphore,* dont la combustion serait, à poids égal, un élément de chaleur au moins aussi intense que le silicium et le manganèse. D'après Laplace et Lavoisier, le pouvoir calorifique du phosphore, se transformant en acide phosphorique, serait de 7 500 calories, et si l'on compare les produits de la combustion, l'acide phosphorique d'une part, la silice, l'oxyde de manganèse de l'autre, laissant au contact du bain toute la chaleur produite, on n'est plus aussi étonné de ce nouveau rôle joué par le phosphore.

On prétend même que l'usine de Hörde a spécifié dans un marché de fonte phosphoreuse pour Bessemer, que celle-ci renfermerait : AU MOINS 2 *p.* 100 *de phosphore,* AU PLUS 1 *p.* 100 *de silicium et* AU PLUS 2 *millièmes de soufre.*

On parle également de la fabrication d'alliages spéciaux de fer et de phosphore destinés à introduire la quantité de ce dernier corps nécessaire à l'opération [1].

La substitution du phosphore au silicium a pour effet de faire prédominer les phosphates dans la scorie ; ceux-ci

---

[1] M. Gautier présente à la réunion des échantillons de phosphure de fer à 22 p. 100 de phosphore. C'est un corps d'un blanc d'argent, irisé dans les cassures, très difficile à attaquer par les acides.

sont beaucoup moins corrosifs que les silicates et l'usure du garnissage est moindre.

L'opération est conduite à Hörde d'une manière notablement différente de ce que nous avons vu dans les usines Bolckow-Vaughan.

Dès qu'une charge vient d'être terminée, on met dans le convertisseur l'addition de chaux de la charge suivante, soit 20 p. 100 environ du poids de la fonte à traiter. On y ajoute du coke et de la houille en gros morceaux, on relève l'appareil et on souffle. L'hydrate de chaux est décomposé et les dernières traces d'acide carbonique sont expulsées. On diminue ainsi les projections et explosions partielles, qui étaient fréquentes avec l'ancien mode de travail, et on combat en partie le refroidissement qui accompagnait les additions froides faites au commencement. Ce n'est que plus tard qu'on charge la fonte.

A cause de la faible quantité de silicium que contient la fonte et probablement aussi par la présence d'un peu de coke du chauffage préalable, on aperçoit immédiatement la raie jaune du sodium, et le spectre ne tarde pas à s'épanouir.

L'opération est notablement raccourcie et dure de 8 à 15 minutes au plus. L'observation montre que l'oxydation du phosphore ne commence qu'après l'élimination de la majeure partie du silicium et après la combustion d'une notable proportion de carbone. Cependant la déphosphoration serait plus rapide qu'à Eston; aussi le sursoufflage n'a-t-il pas besoin d'une aussi longue durée. Il a varié entre 100 et 240 secondes; mais ordinairement 100 à 150 secondes suffisent. Quand on connaît d'avance la nature de la fonte traitée, on peut régler l'opération par le temps écoulé depuis la disparition du spectre et la cessation de la flamme. Il suffit alors d'une prise d'essai. On coule un petit lingot au moyen d'une cuiller que l'on plonge dans le convertisseur. On martèle, on refroidit et on casse. L'aspect de la cassure est assez caractéristique pour indi-

quer l'augmentation de sursoufflage à donner. Les ingénieurs de Hörde prétendent même trouver dans l'aspect des fumées un caractère de la fin de la déphosphoration pratique. Quand il n'y a pour ainsi dire plus de phosphore, l'oxygène du vent se porte tout entier sur le fer et le manganèse et l'on voit alors des fumées abondantes d'une intensité toute spéciale, provenant de l'entraînement des oxydes de fer et de manganèse. Il n'y aurait d'ailleurs pas de projections pendant l'opération, ce qui est surprenant pour des fontes à peu près blanches. Il faut donc qu'à ce point de vue, le phosphore joue le rôle protecteur du silicium et empêche la réaction de l'oxyde de fer sur le carbone d'être trop violente.

L'opération se termine par l'addition de spiegel. On ne signale ni explosions ni rephosphoration du métal déphosphoré. Il y a là quelque chose qui demande une explication, car les ingénieurs de Hörde ne semblent pas avoir recours aux additions siliceuses, et on ne voit pas bien comment le carbone du spiegel réagirait moins tumultueusement ici sur l'oxyde de fer du bain, parce que la fonte était moins siliceuse et renfermait plus de phosphore.

Le garnissage, dont nous n'avons pas encore parlé, parce qu'il ne présente aucun caractère nouveau, est fait avec des briques dolomitiques ayant la composition suivante :

	Avant cuisson.	Après.
Silice.	2,14	9,43
Fer et alumine	0,62	4,13
Carbonate de chaux . . .	55,05	»
Carbonate de magnésie. .	42,50	»

Ces briques, comme celles que l'on employait à Eston, sont longues et difficiles à cuire. Il faut 36 heures d'allumage, un feu excessivement vif pendant 100 heures et un refroidissement lent, d'une durée également de 100 heures. La dolomie de la Rühr, que l'on emploie, n'est ni rare ni coûteuse, mais on parle de cinq tonnes de houille pour cuire une tonne de briques.

Ces garnissages basiques résisteraient à une centaine d'opérations; c'est déjà un joli résultat; mais les convertisseurs avec garnissage siliceux ordinaire supportent un millier d'opérations avant d'exiger une réfection, qui est généralement causée plutôt par des engorgements que par la corrosion.

Quant aux fonds, ils sont faits en pisé avec des débris de briques basiques agglomérées par du goudron. On n'emploie pas de tuyères; on perce dans la masse les trous nécessaires à l'introduction du vent. Ces fonds résisteraient à une quinzaine d'opérations, soit la moitié de ce que durent les fonds siliceux ordinaires. Leur détérioration semblerait due bien plus à une action physique qu'à une décomposition chimique. Peut-être, en augmentant la pression du vent, diminuerait-on les chocs de la masse liquide et calmerait-on les remous destructeurs, comme on l'a observé en Suède.

Le déchet, s'il faut en croire les ingénieurs de Hörde, ne serait pas plus fort que dans leurs opérations ordinaires avec fonte d'hématite, 10 à 11 p. 100 environ, tandis qu'avec les fontes siliceuses du Luxembourg, dans les mêmes convertisseurs basiques, il atteindrait 15 p. 100. M. Massenez en donne l'explication suivante : 1 partie de silicium exige au moins 2 parties de fer pour former un silicate; moins il y aurait de silicium à scorifier, moins il y aurait de déchet sur le fer. C'est vraisemblable, car on a observé depuis longtemps que les fontes siliceuses amènent un plus grand déchet au puddlage. De plus, l'acide phosphorique, dont l'état dans la scorie est très controversé, se combine, en partie au moins, à la chaux et à la magnésie et n'est pas aussi avide de fer que la silice.

Le soufre de la fonte semble s'éliminer aux deux tiers. Que devient-il? On prétend que le manganèse facilite la désulfuration. Il faudrait admettre alors qu'il se forme quelque sulfure de manganèse ou de calcium en dissolution dans la scorie, point qui n'est pas encore élucidé et

qui présente une grande importance pour l'avenir du procédé ; car s'il est plus facile et plus économique de produire des fontes blanches, il est à craindre aussi qu'elles ne soient beaucoup plus sulfureuses que les fontes grises et siliceuses obtenues avec le même lit de fusion.

Je n'insisterai pas davantage sur ce qu'il y a de nouveau, de paradoxal même dans ce fait, de rechercher le phosphore, d'en ajouter au besoin, pour faciliter son élimination ultérieure.

Essais en Autriche. — L'usine de Witkowitz, située en Moravie, sur le prolongement du bassin houiller de la Silésie, parvient difficilement à se procurer les minerais d'une pureté suffisante pour le traitement au Bessemer ; le fonds de son alimentation était encore, dans ces derniers temps, le fer carbonaté d'Eisenerz, à l'extrémité de la Styrie. Aussi, comprenant tout l'intérêt du procédé Thomas-Gilchrist, cette usine fut, sur le continent, la première à essayer de le mettre en pratique.

Les briques employées pour le garnissage avaient la composition suivante :

Chaux et magnésie.	96
Alumine et oxyde de fer	2
Silice	2

Ce que les essais de Witkowitz présentent surtout de nouveau et d'intéressant, c'est l'emploi de deux convertisseurs, l'un à garnissage siliceux ordinaire, l'autre à garnissage basique avec *transvasement* du métal de l'un dans l'autre pendant l'opération.

Une poche recevait la fonte venant du haut fourneau, et qui avait la composition suivante :

Carbone	3,5 à 4
Silicium	2,5
Phosphore	0,17

C'est, on le voit, une fonte très peu phosphoreuse, et qui aurait pu se passer parfaitement du traitement spécial qu'on lui a fait subir ; on aurait pu en faire de bons rails

en laissant très peu de carbone et terminant avec du ferro-manganèse.

La fonte, traitée d'abord dans le convertisseur siliceux, donna un métal ayant la composition suivante :

Carbone	0,22
Silicium	0,81
Phosphore	0,20

Ce métal fut coulé dans une poche, que l'on remonta au moyen d'une locomotive au niveau du convertisseur basique, où se termina l'affinage.

L'acier obtenu avait la composition suivante :

Carbone	0,14
Silicium	Traces.
Phosphore	0,036

On n'a pas donné, sur l'opération, de détails suffisamment circonstanciés; on ne sait pas, par exemple, s'il y a eu sursoufflage pour une si faible quantité de phosphore.

Le déchet fut de 18 p. 100; quant au produit, il fut d'excellente qualité, comparable à ce que donnent en Autriche les meilleures fontes au bois. Des barrettes de 100 millimètres de longueur ont donné à la traction :

Résistance	45 kil.
Allongement p. 100	29
Contraction p. 100	62

Mais ce qui semble résulter du transvasement, tel au moins qu'il a été pratiqué, avec un matériel imparfait, c'est qu'il a prolongé l'opération de 15 minutes et causé un grand refroidissement.

Déphosphoration sur sole. — La *déphosphoration sur sole* est loin d'avoir atteint des résultats aussi rapprochés de la pratique que la déphosphoration au Bessemer.

La question de la production d'acier déphosphoré sur sole préoccupe beaucoup les métallurgistes; mais, depuis ma communication du 4 juillet dernier, il n'a paru que quelques renseignements complémentaires sur les essais

DÉSIGNATION.	FONTE à RAILS Creuzot E	1re PRISE d'essai.	150 kil. chaux ; 118 kil. mokts.	2me PRISE d'essai.	Soufflage.	3me PRISE d'essai.	Coulée du laitier ; 50 kil. chaux, 37 kil. mokts.	4me PRISE d'essai.	50 kil. chaux, 50 kil. mokts ; soufflage.	5me PRISE d'essai.	125 kil. chaux, 125 kil. mokts.	6me PRISE d'essai.	25 kil. chaux, 25 kil. mokts ; soufflage.	7me PRISE d'essai.	Coulée : 60 kil. ferro-manganèse à 70 p. 100.	8me PRISE d'essai.
Heure de la prise d'essai	.....	2 heures		3 h. 02		3 h. 51		4 h. 45		5 h. 45		7 heures		7 h. 25		9 h. 30
Carbone total	1,947	1,754		1,572		0,497		0,517		0,150		0,290		0,180		0,405
Silicium	0,454	0,151		Traces.		0		0		0		0		0		0
Manganèse	0,324	0,180		0,170		0,160		0,125		0,075		0,080		0,075		0,225
Phosphore	1,611	1,556		1,380		1,104		1,104		0,590		0,359		0,135		0,033
Soufre	0,332	0,356		0,279		0,240		0,232		0,285		0,255		0,277		0,267
Silice	»	33,525		21,375		23,500		20,315		»		17,450		14,786		12,235
Alumine	»	7,370		5,984		7,786		6,372		»		11,628		8,468		11,323
Protoxyde de fer	»	9,102		10,629		10,215		6,570		»		14,994		27,198		21,987
Chaux	»	19,850		35,700		35,750		40,200		»		37,100		33,250		32,850
Magnésie	»	8,784		7,503		8,454		10,394		»		7,323		6,405		6,917
Acide phosphorique	»	1,226		5,556		5,494		4,228		»		4,962		6,502		2,312
Acide sulfurique	»	1,567		0,812		0,687		0,750		»		0,260		0,572		1,075
Protoxyde de manganèse	»	17,484		11,070		7,905		9,672		»		4,500		2,371		11,160
Totaux	»	98,908		98,629		98,791		98,501		»		98,217		99,552		99,894

du forno-convertisseur Ponsard en Belgique. On se rappelle que dans ces expériences la chaleur fut insuffisante et ne permit pas de sortir du four la coulée entière. On ne put donc être renseigné sur la valeur du métal, au point de vue du laminage.

Quoi qu'il en soit, des analyses complètes ont été faites au laboratoire du Creuzot, sur les prises d'essai de métal et de scorie.

On voit que, si le chauffage avait été satisfaisant, on aurait pu, avec des fontes à près de 2 p. 100 de phosphore, obtenir de l'acier en renfermant moins d'un demi-millième.

Déphosphoration par le procédé Krupp. — Le procédé Krupp, ou Narjes-Bender, ne prétend pas enlever à la fonte plus de 80 p. 100 de son phosphore, dans les conditions les plus favorables où on l'applique. Cette déphosphoration accompagne la disparition presque complète du silicium; le produit qui en résulte, quoique renfermant encore tout son carbone, ne peut donc être utilisé au Bessemer. D'un autre côté, si on a des fontes éminemment phosphoreuses, comme celles du Cleveland, de la Moselle et du Luxembourg, qui renferment 1,5 à 2 p. 100 de phosphore, on obtient un métal mazé ayant encore 0,3 à 0,5 p. 100 de cette impureté, ce qui est beaucoup pour l'emploi au four Martin-Siemens. Il faudrait noyer cette matière phosphoreuse dans un mélange de riblons de première qualité, ce qui est une autre difficulté. Le véritable emploi du procédé Krupp, en dehors de cas particuliers, est donc la production d'une fonte non siliceuse et notablement déphosphorée par une opération qui semble assez économique, il faut le reconnaître. Une semblable fonte, d'un puddlage facile et avantageux, permettrait la production de fers améliorés; employée directement à la fonderie, elle donnerait des moulages d'une résistance beaucoup plus grande. Voilà, ce nous semble, comment il faut considérer d'une manière générale le procédé Krupp, dont les résultats, fort intéressants sans doute, ne peuvent rivaliser

avec le procédé Thomas-Gilchrist, pour la production de l'acier avec des fontes très phosphoreuses.

Pour compléter les renseignements que j'ai déjà donnés, je ferai quelques emprunts à l'étude que M. Holley a publiée sur ce procédé.

Le four est une sorte de four Pernot pour la fusion de l'acier, c'est-à-dire qu'il est chauffé par le système Siemens et que sa sole est tournante ; celle-ci a un diamètre extérieur de 4 mètres avec une cuve de 1 mètre de profondeur. Le garnissage, qui a une épaisseur de 20 à 30 centimètres, est obtenu au moyen de blocs de minerai de fer, dont les interstices sont comblés par du menu. On donne un coup de feu pour glacer la surface et on fait tourner le four à la vitesse de 3 à 4 tours seulement par minute. Les réparations se font de la même manière, au moyen d'un mortier de ce même minerai, que l'on applique dans les endroits corrodés.

Les conditions que doit remplir le minerai sont faciles. *Il ne doit pas avoir moins de* 6 *p.* 100 *de silice, pour pouvoir s'agglomérer, et pas plus de* 15 *p.* 100 *pour ne pas fondre.* Quant aux autres éléments, il n'en est pas question; aussi, verrons-nous la déphosphoration se faire avec des minerais ayant 4 p. 100 d'acide phosphorique. C'est un fait que M. Bell avait déjà mis en lumière en déphosphorant la fonte du Cleveland avec le minerai phosphoreux qui l'avait produite.

Citons quelques exemples de traitement.

Fonte du Phœnix.

DÉSIGNATION.	AVANT.	APRÈS 4 minutes.	APRÈS 5 minut. 1/2.	APRÈS 7 minutes.
Carbone	3	3,27	3,27	3,32
Silicium	0,39	0,02	0,01	0,083
Phosphore	0,74	0,16	0,146	0,106
Soufre	0,09	0,024	0,026	0,029
Manganèse	2,32	0,038	0,116	0,058

SCORIE PRODUITE.

Silice	13,0	Chaux	0,7
Oxyde de fer	51,0	Acide phosphorique	6,0
Oxyde de manganèse	16,6	Acide sulfurique	0,2
Alumine	11,6		

Fonte d'Ilsede.

DÉSIGNATION.	AVANT.	APRÈS traitement.
Carbone	2,50	2,40
Silicium	0,20 à 0,30	Traces.
Phosphore	2,92	0,65 et 0,90
Manganèse	2,60	Traces.

DÉSIGNATION.	MINERAI d'Ilsede.	SCORIE obtenue.
Silice	4,80	10,40
Oxyde de fer	52,60	41,00
Oxyde de manganèse	8,36	19,30
Alumine	1,20	2,00
Chaux	11,73	7,30
Magnésie	0,80	0,70
Acide phosphorique	3,83	20,00
Acide carbonique	7,90	»
Eau	7,88	»

Fonte du Luxembourg.

DÉSIGNATION.	AVANT.	APRÈS traitement.
Carbone	3,40 à 3,10	3,30
Silicium	0,46 à 0,59	Traces.
Phosphore	2,23 à 2,09	0,65 à 0,95
Manganèse	0,18 à 0,19	Traces.

DÉSIGNATION.	MINERAI du Luxembour	SCORIE.
Silice	7,6	9,5
Oxyde de fer	65,0	70,3
Oxyde de manganèse	0,2	2,1
Alumine	3,0	4,1
Chaux	10,2	1,9
Magnésie	2,7	0,3
Acide phophorique	2,2	11,5
Soufre	0,1	0,3
Eau	9,0	»

Les fontes traitées ne doivent pas renfermer plus de

1 p. 100 de silicium, autrement la sole serait vivement attaquée. Moins il y a de silicium, mieux l'opération marche; on ajoute d'ailleurs un peu de chaux au garnissage en proportion du silicium qu'il y a dans la fonte. Le manganèse est recommandé comme facilitant l'opération, on en ajoute à la fonte sous forme d'un peu de spiegel, quand il n'y en a pas assez. Le manganèse protège le carbone contre l'oxydation; il maintient la fluidité et produit le meilleur effet.

La charge est de 5 à 7 tonnes de fonte. Une fois qu'elle est introduite, on porte la vitesse de la sole à 11 tours par minute. Le bain ne tarde pas à monter au bout de quelques instants. Il se fait, pendant deux à trois minutes, un bouillonnement accompagné de dégagement d'oxyde de carbone. En somme, l'opération est très courte, 10 minutes à peine, plus autant pour l'arrêt du four, la coulée, etc. Il faut en tout 1 heure et demie pour la déphosphoration de 5 à 7 tonnes de fonte, la réparation et le réchauffage du nouveau garnissage. Aussi compte-t-on 9 opérations par 12 heures et 80 à 90 tonnes de métal déphosphoré. Le déchet est faible, et varierait de 0 à 2,5 p. 100 au plus, car il y a réduction d'un peu de fer du minerai. Aussi l'opération est-elle peu coûteuse. M. Holley ne donne que les renseignements suivants, qui sont fort insuffisants :

1 025 kil. de fonte de 58 fr.	60f	»
Fusion au cubilot.	4	25
Déphosphoration, garnissage, houille et main-d'œuvre.	6	25
	70	50

Nous préférons les indications suivantes, qui ont été données par M. Petersen, ingénieur à Eschweiler :

Consommation de minerai, de 18 à 30 p. 100, proportionnellement à la teneur en phosphore, sans compter 6 p. 100 de garnissage initial en oxyde de fer plus riche.

Houille : 9 p. 100.

Main-d'œuvre : 1 fr. 10 c. environ.

Réparations : 0 fr. 45 c.

DISCUSSION.

M. MARCHÉ présente une note de M. Lencauchez sur la déphosphoration de la fonte, du fer et de l'acier. L'auteur de cette note l'avait prié d'en donner communication à la séance, et comme il y traite précisément le sujet dont M. Gautier vient d'entretenir la Société, et arrive à des conclusions tout à fait semblables, M. Marché indique simplement que les faits signalés par M. Gautier se trouvent pleinement confirmés dans la note en question.

M. PÉRISSÉ demande à M. Gautier d'indiquer quelle est la quantité de phosphore qui reste définitivement dans l'acier.

M. GAUTIER répond que cette quantité est d'environ 6 dix-millièmes, ce qu'il considère comme un résultat satisfaisant.

M. MARCHÉ ajoute que M. Lencauchez, dans sa note, cite l'acier obtenu au moyen de fontes blanches de la Moselle, comme ne renfermant que 3 dix-millièmes de phosphore.

M. LENCAUCHEZ dit qu'en consultant sa note du 25 novembre dernier on trouvera que, dès 1875, M. Grüner, se basant sur les recherches de Berthier avant 1848, indique les moyens de faire des briques et des garnissages en dolomie.

En effet, Berthier dit que si l'on chauffe au feu de forge une composition de :

Alumine.	50	= 100
Chaux.	35	
Magnésie	15	

on obtient un aluminate bien fondu, à cassure luisante, cireuse et translucide, couleur brun olivâtre.

De là, M. Grüner a proposé de faire les briques basiques pour la déphosphoration avec des dolomies alumineuses ou d'ajouter un peu de bauxite blanche aux dolomies soit alumineuses, soit non argileuses.

Dans ces derniers jours, la pratique a consacré les prévisions de M. Grüner, et les dolomies qui conviennent le mieux pour les briques à déphosphorer, doivent, après calcination, renfermer 1 de magnésie pour 2 de chaux. Les oxydes métalliques divers ne doivent pas dépasser 2 à 3 p. 100, la silice et l'alumine réunies 10 p. 100; plus, dans ces 10 p. 100, il y a d'alumine, meilleures sont les briques, mais plus elles sont difficiles à cuire.

M. Grüner dit encore, dans une communication à la Société d'encouragement (29 novembre 1878), qu'à très haute température la silice chasse l'alumine de ses combinaisons avec la chaux et la magnésie.

Dans l'affinage des fontes phosphoreuses on a remarqué que le phosphate le plus stable est celui d'alumine, ce qui s'explique bien, puisque celle-ci est libre à très haute température.

Le sursoufflage dont on parle tant n'est qu'un mot qui veut dire seulement suroxydation ou fer brûlé, ce que toutes les méthodes et tous les appareils peuvent produire.

Enfin, tous les appareils affineurs à parois basiques à moins de 8 p. 100 de silice, à 7 et à 5 seulement si l'on peut, donneront tous, sans exception, des fers et des aciers parfaitement bien déphosphorés si la scorie écoulée, s'éloigne peu de la composition suivante [1] :

Acides. . .	Silicique.	7 à 10	25	= 100.
	Phosphorique.	18 à 15		
Bases . . .	Chaux	45 à 55	75	
	Magnésie	*a*		
	Alumine.	*b*		
	Oxydes de fer divers. . . .	*c*		
	Oxydes de manganèse . . .	*d*		

Quant à la question de soufre dont M. F. Gautier a parlé, on la trouve traitée dans la note de M. Lencauchez (8 mai 1879), lue par M. D. Brüll le 17 octobre. C'est à la dissociation de l'acide sulfureux en présence de la chaux qu'est due l'accumulation du soufre dans le fer et l'acier affinés sur parois basiques.

[1] 1 d'acides pour 3 de bases.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

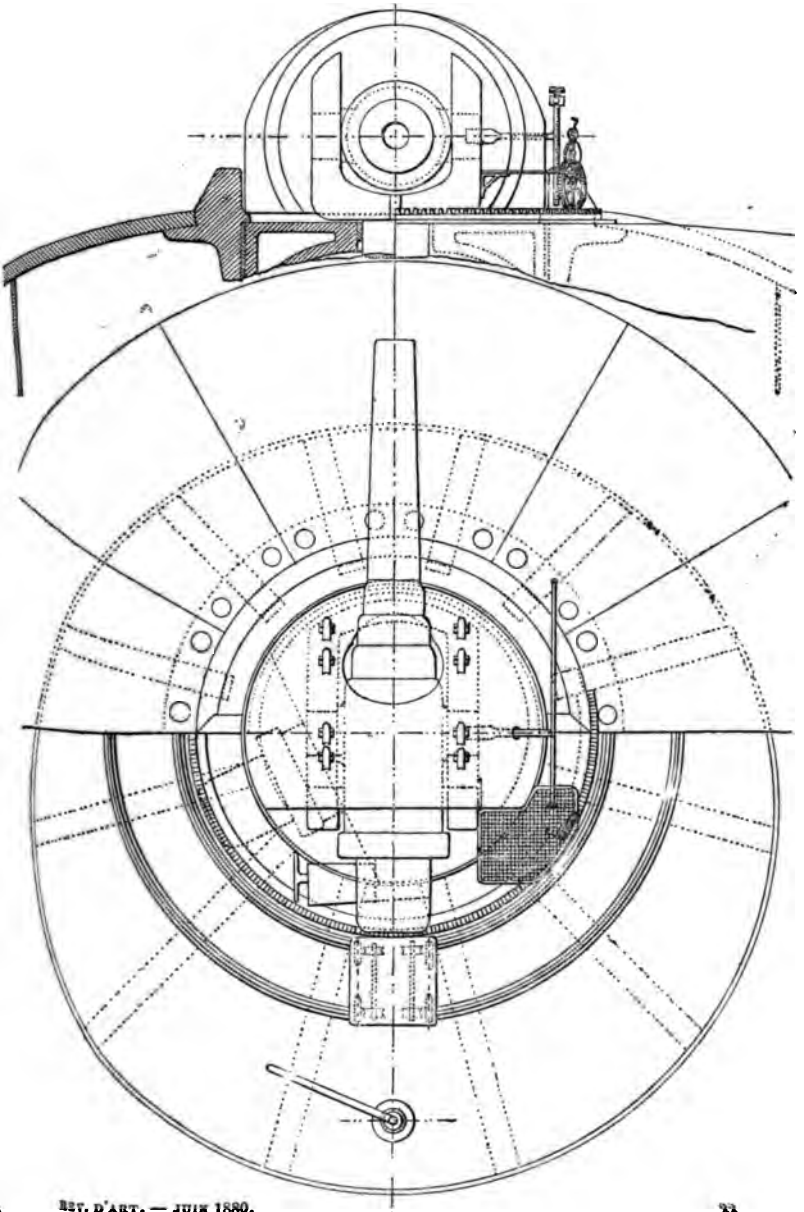
Allemagne : Affût à pivot et bouclier système Krupp.— Le *Memorial de artilleria* espagnol a donné, dans un de ses derniers numéros, le dessin d'un nouveau projet d'affût à pivot, avec bouclier, proposé par l'usine Krupp. Le recul de la pièce étant complétement supprimé, on a donné aux tourillons de la pièce un diamètre de 1 ½ à 2 calibres. La hausse et le guidon ne sont pas fixés sur la pièce elle-même, mais sur une tige placée parallèlement à l'axe du canon en dehors du bouclier ; un bras transversal, qui traverse le bouclier, relie cette tige à l'un des tourillons ; on peut disposer à volonté la ligne de mire tantôt à droite, tantôt à gauche. Une rainure ménagée dans le bouclier permet également de se servir de la ligne de mire de la pièce, le pointeur se trouve alors complètement à l'abri.

Le pivot est un arbre tronconique en acier, de forte dimension, qui se termine à la partie inférieure par une demi-sphère reposant sur une crapaudine ; en haut, il est maintenu dans un collier qui, renforcé par une garniture en acier, reçoit tout l'effort du recul et le transmet à la base du système. L'affût se compose de deux flasques en fer forgé, reliés entre eux par une semelle dans laquelle vient s'encastrer à queue d'aronde l'extrémité supérieure du pivot.

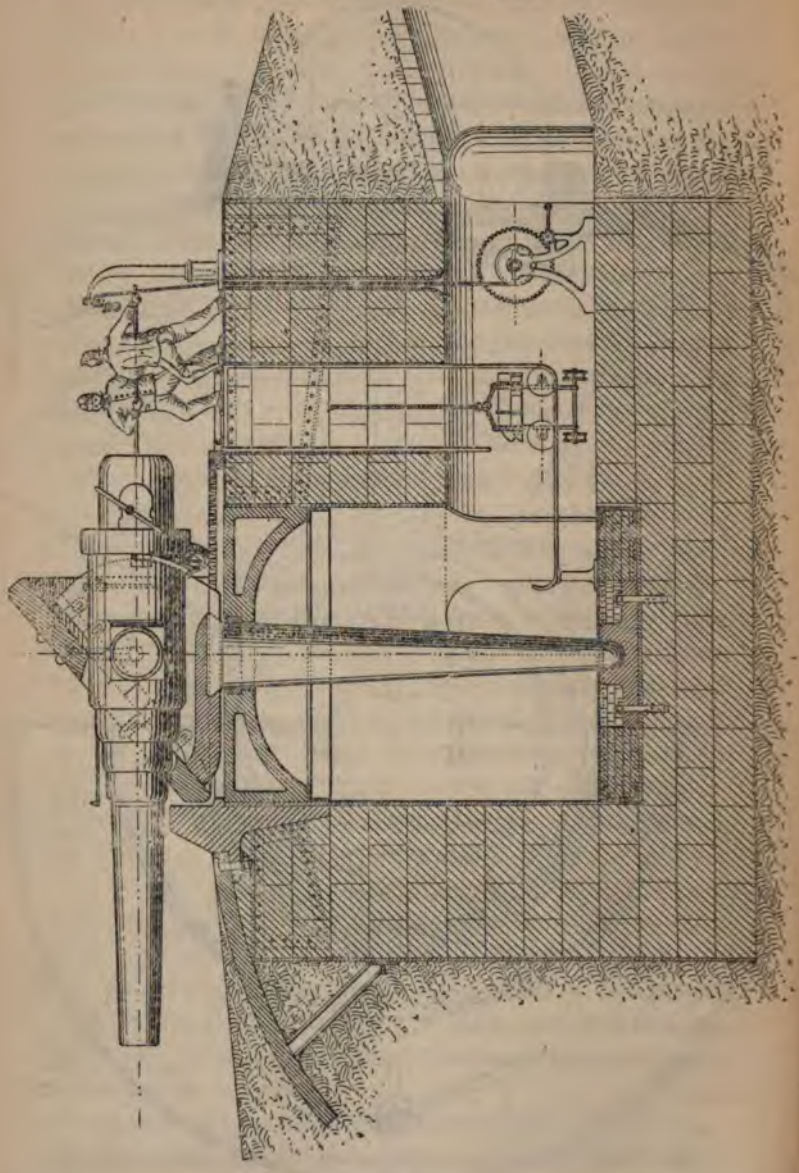
Le bouclier est composé de plaques de cuirasse en fer forgé, assujetties sur les flasques au moyen de gonds, chevilles et clavettes qui permettent d'enlever les plaques et de les remplacer facilement. Ce bouclier a une forme courbe et fortement inclinée, il présente sa convexité vers l'extérieur ; il est percé d'une ouverture pour laisser passer la volée de la pièce.

L'appareil de pointage en hauteur comprend, comme pièce principale, une crémaillère ; il est analogue à ceux

Affût à pivot avec bouclier (système Krupp).
(Vue postérieure et plan.)



Affût à pivot avec bouclier (système Krupp.)
(Coupe verticale suivant l'axe.)



qui sont employés actuellement dans la marine allemande. Le pointage en direction s'obtient à l'aide d'une roue dentée qui engrène avec une voie circulaire également dentée, un seul servant s'appliquant à la manivelle suffit pour déplacer avec facilité tout le système.

Le champ de tir horizontal est de 180°; il peut même embrasser tout l'horizon; l'appareil de pointage permet le tir jusque sous l'angle de 15° au-dessus de l'horizon.

Tout le système repose sur un massif en pierres de taille reliées solidement entre elles par du ciment ou de l'asphalte; ce massif, de forme cylindrique, est protégé par des plaques métalliques; à l'intérieur, on a ménagé une chambre qui sert de logement au pivot et qui est également utilisée comme dépôt pour les munitions; on y arrive par une galerie souterraine. Un puits d'extraction avec monte-charge sert à hisser les munitions sur la plate-forme.

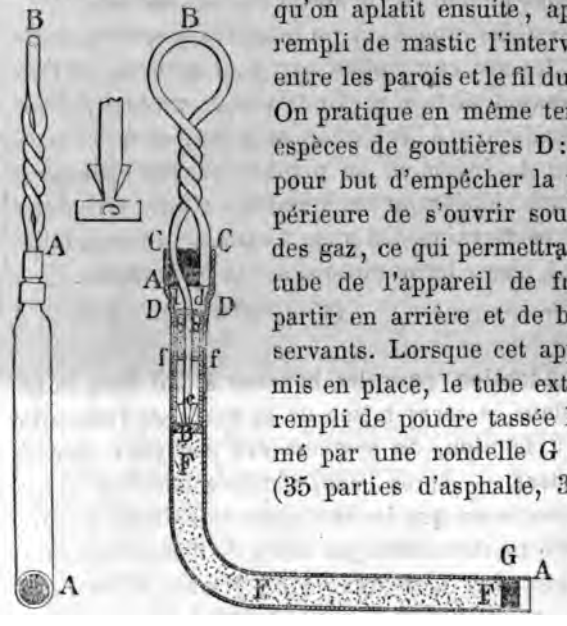
(*Memorial de artilleria.*)

Russie : Adoption, pour les bouches à feu dont la lumière est dans le corps même de la pièce, de l'étoupille recourbée à friction, du système des généraux-majors Mine et Pletsof. — Après l'adoption de sachets en bourre de soie, on reconnut que les anciennes étoupilles à friction modèle 1866 ne donnaient pas assez de flamme pour traverser ce tissu. Les généraux-majors Mine et Pletsof présentèrent alors un modèle d'étoupille recourbée qui donna des résultats satisfaisants dans les premières épreuves, et, dès 1875, on entreprit la fabrication de cet artifice, afin de le soumettre à des épreuves prolongées. D'après l'avis unanime des commandants de l'artillerie, cette étoupille vient d'être adoptée définitivement par ordre du 24 novembre 1879. Cette étoupille est, du reste, semblable à celle qui est en service pour les nouveaux canons de campagne modèle 1877.

Description. — L'étoupille se compose de deux parties

principales : le tube extérieur AA et l'appareil de friction B.

1) Le tube extérieur s'obtient par des passes successives d'étirage d'une rondelle en laiton. Lorsque l'étirage est fini, on remplit le tube de résine, on le coupe et on le plie par le milieu à angle droit, puis on fait fondre la résine. L'appareil de friction est introduit par le haut du tube, qu'on aplatit ensuite, après avoir rempli de mastic l'intervalle libre entre les parois et le fil du rugueux. On pratique en même temps deux espèces de gouttières D : elles ont pour but d'empêcher la partie supérieure de s'ouvrir sous l'action des gaz, ce qui permettrait au petit tube de l'appareil de friction de partir en arrière et de blesser les servants. Lorsque cet appareil est mis en place, le tube extérieur est rempli de poudre tassée FF et fermé par une rondelle G de mastic (35 parties d'asphalte, 35 de cire et 30 de térébenthine).



2) L'appareil de friction est formé d'un petit tube de laiton étiré qui contient la composition fulminante *bb*, le rugueux *c*, la rondelle de papier *ff* et la rondelle de gutta-percha *dd*.

La composition fulminante est composée de 60 parties de sel de Berthollet, 10 de soufre et 30 d'antimoine.

Le rugueux est un fil de laiton aplati et découpé en forme de dard à l'une de ses extrémités.

(*Journal d'artillerie russe.*)

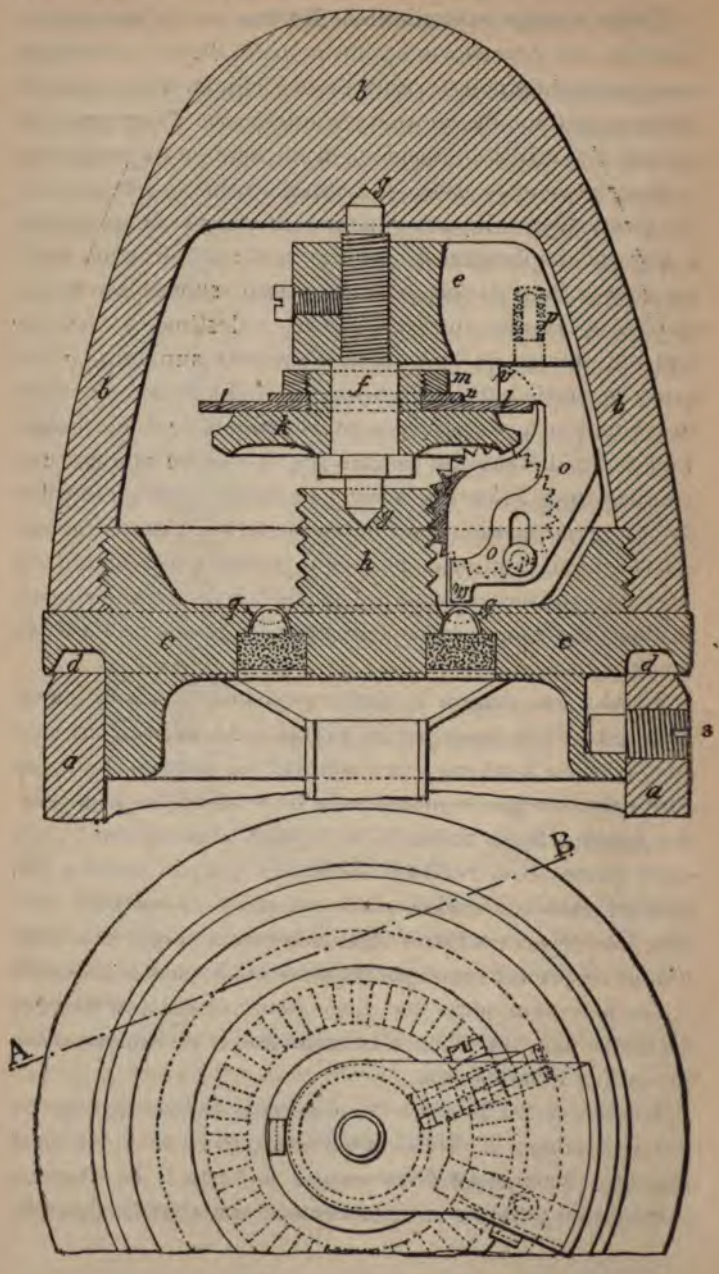
Fusée à temps mécanique de Berdan. — L'inventeur a cherché, en construisant cette nouvelle fusée, à remédier aux inconvénients qui résultent de l'emploi d'une matière fusante, tout en obtenant un réglage facile. Pour arriver à ce but, il a utilisé le mouvement de rotation du projectile.

Description de la fusée. — La fusée forme la tête même *b* du projectile; elle est séparée du corps du projectile *a* par un diaphragme en bronze *c*. Ce diaphragme porte en son milieu la vis *h*, à la partie supérieure de laquelle se trouve une crapaudine *g* destinée à recevoir l'un des pivots de l'axe *f*. Une amorce annulaire *q* entoure la partie inférieure de la vis *h*. La fusée est reliée au projectile par trois vis *s* qui retiennent le diaphragme, tout en lui laissant un certain jeu. L'espace annulaire *d*, compris entre le bord supérieur du corps du projectile et le diaphragme, contient un tampon de suif et cire ou de tout autre enduit graisseux de même nature ; cet enduit est destiné à préserver le mécanisme de la fusée en amortissant le choc des gaz, et aussi à graisser les parois de l'âme du canon.

L'axe *f* est relié à la partie supérieure et à la partie inférieure de la fusée par les pivots *g*. La masse *e* est solidement fixée à cet axe ; ce dispositif lui permet de ne pas être entraînée par le mouvement de rotation du projectile. Au-dessous de la masse *e*, se trouve le percuteur *o* ; ces deux pièces sont rendues solidaires par un tenon *p* qui pénètre dans la première et est entouré d'un ressort à boudin. Ce ressort tendrait à séparer les deux pièces si le percuteur ne prenait appui par un bec *v* sur le cadran gradué *l*.

Le percuteur porte une roue dentée *i* qui sert d'intermédiaire pour transmettre un mouvement de rotation entre la vis *h* et le tambour *k*.

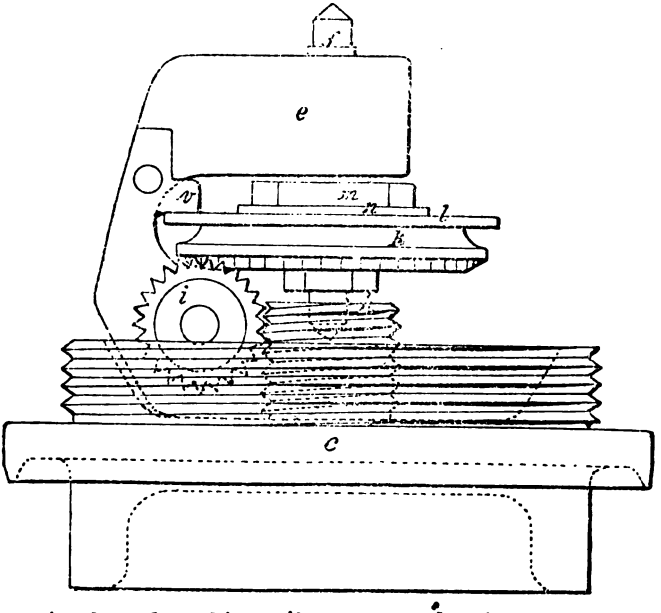
L'écrou *m* et la rondelle *n* servent à fixer le cadran *l* sur le tambour *k*. L'ensemble des pièces *m n l k* peut glisser à frottement doux autour de l'axe *f*. Le cadran *l* porte en un point de sa circonférence une entaille destinée


b
g
e
p
b
f
m
n
l
l
k
o
g
h
o
m
g
g
c
c
d
d
a
a
3
B
A

à laisser passer le bec *v* par lequel le percuteur *o* prend appui sur ce cadran.

Fonctionnement de la fusée. — Au moment du tir, le diaphragme *c* et la vis *h* participent au mouvement de rotation du projectile pendant que toutes les autres pièces tendent à rester immobiles en raison de l'inertie.

La vis *h* tourne alors par rapport au pignon *i*, engrène avec celui-ci, le fait tourner autour de son axe et communique ainsi un mouvement de rotation au tambour *k*, qui



entraîne le cadran *l* jusqu'à ce que ce dernier présente son entaille devant le bec *v* du percuteur. Le ressort à boudin *p* agit alors et pousse le percuteur, qui passe librement à travers l'entaille et vient frapper de sa pointe *w* l'amorce *q*. Cette amorce communique le feu à la poudre du projectile.

Le nombre de divisions du cadran que doit parcourir le bec du percuteur avant de trouver l'entaille de ce cadran détermine le temps qui doit s'écouler entre le départ du

projectile et le moment où il doit éclater. Le réglage de la fusée consiste à placer le bec sur une division telle que le projectile éclate au point voulu.

Les dimensions des différentes pièces qui transmettent au cadran son mouvement de rotation par rapport au percuteur sont déterminées en fonction de la vitesse de rotation du projectile.

Bien que le dispositif imaginé par le général Berdan soit fort ingénieux, on doit craindre de nombreuses difficultés pour le fonctionnement régulier de l'appareil. Il peut se faire que, pendant le transport des projectiles ou pendant leur séjour en magasin, de la poussière se soit introduite dans les engrenages et les empêche de se mouvoir au moment voulu.

Le choc violent que les gaz de la poudre impriment au projectile faussera peut-être l'axe *f*, d'autant plus que la masse que supporte cette pièce n'est pas symétrique par rapport à la ligne des pivots *g*.

Ce même choc, au départ, peut encore forcer le tambour *k* sur le pignon *i* et supprimer le faible jeu qui doit exister entre ces deux pièces pour que leur mouvement reste possible.

De plus, le ressort à boudin qui entoure le tenon *p* est constamment bandé, ce qui est une cause d'affaiblissement, et si la fusée reste longtemps en magasin, il y a des chances pour que ce ressort ne fonctionne plus.

Les différentes pièces de la fusée Berdan doivent être construites avec une exactitude à laquelle on pourra difficilement arriver, et il est douteux que l'ajustage en soit jamais assez précis. Il faut songer, en effet, que, pour arriver à la distance de 3 000 mètres, le projectile fera environ 1 500 tours, et que le système d'engrenages doit être tel que le percuteur *o* ne parcoure qu'une fraction de circonférence. Une semblable précision est difficile à obtenir, surtout lorsque le mouvement de rotation se complique d'un choc violent.

Le réglage de la fusée au moment de s'en servir nécessite le dévissage de la tête de l'obus et demande, par conséquent, un temps assez long. En outre, ce réglage est dangereux, car si le canonnier qui l'effectue manque de calme ou d'adresse, il peut, en faisant tourner le cadran *l*, amener l'échancrure vis-à-vis du bec *v*, et l'obus éclate entre ses mains. Enfin, la couronne de matière grasse, placée en *d*, entre la tête et le corps du projectile, ne paraît pas devoir donner les résultats qu'on en attend. Pendant le transport et par un temps très-chaud, cette matière graisseuse pourra fondre et se répandre dans le coffre, et il paraît peu admissible de la transporter séparément pour la mettre en place au moment du tir.

En somme, il n'est pas probable que cette fusée puisse être utilisée pour le tir de guerre.

(*Zeitschrift für die schweizerische Artillerie.*)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Aide-mémoire à l'usage des Officiers d'artillerie, 4e édition. Librairie Dumaine. — Chapitre XVII : Armes portatives (1er décembre 1879).

Le nouvel Aide-mémoire, dont le premier fascicule vient de paraître, doit être publié par fascicules correspondant à un ou à plusieurs chapitres, mis en vente séparément à mesure de leur exécution.

L'Aide-mémoire de 1856 a été pris comme type au point de vue du format, de la disposition typographique, de la table alphabétique, etc. Les planches, du format du volume, présentent une particularité nouvelle : elles ont été dessinées avec le plus grand soin, à échelle double, puis réduites par les procédés de l'héliogravure. Ce procédé a permis de faire, jusqu'au dernier moment, sur le dessin original, toutes les retouches nécessaires.

Le nouvel Aide-mémoire comprendra 23 chapitres dont voici les titres :

Chap. I. Bouches à feu.
II. Projectiles.
III. Affûts, voitures, attirails.
IV. Armements, assortiments, agrès et outils.
V. Poudre et autres substances explosives.
VI. Munitions et artifices.
VII. Matières et objets divers pour les constructions et les approvisionnements.
VIII. Chargement des munitions, des approvisionnements, des outils, etc.
IX. Cheval et harnachement.
X. Composition des équipages d'artillerie. — Armement des places et des côtes.
XI. Matériel des équipages militaires en service dans les équipages de l'artillerie.
XII. Mouvements de matériel.
XIII. Construction des batteries.
XIV. Service de l'artillerie en temps de guerre.

Chap. XV. Tir des bouches à feu. — Effets des projectiles. — Effets des substances explosives.
XVI. Ponts militaires.
XVII. Armes portatives.
XVIII. Fortification et castramétation.
XIX. Reconnaissances militaires, lecture des cartes, instruments et méthodes des levés.
XX. Télégraphie. — Chemins de fer.
XXI. Comptabilité et règlements.
XXII. Renseignements sur les artilleries étrangères.
XXIII. Renseignements divers.

Le chapitre XVII renferme tout ce qui concerne les armes portatives françaises et étrangères. On y a réuni les renseignements que l'édition de 1856 donnait dans différents chapitres de manière à constituer un aide-mémoire complet à l'usage des officiers de toutes armes, ce qui a conduit à lui donner un développement relativement considérable.

Les chapitres III et IV vont paraître dans quelques jours, les chapitres XII et II seront terminés avant la fin du mois, enfin les chapitres I et VII sont sous presse, et les chapitres XVI et XIX ne tarderont pas à être imprimés. — La publication va donc aller très rapidement désormais, et il y a tout lieu de croire que l'ouvrage tout entier sera terminé à bref délai.

Les Leçons de la guerre, par Ph.-E. Desprels, colonel d'artillerie en retraite. — Paris, Auguste Ghio, éditeur.

M. le colonel Desprels vient de faire paraître un intéressant ouvrage dans lequel il fait une étude philosophique et psychologique des qualités et défauts inhérents à l'homme de guerre.

Les circonstances entrent pour une large part dans la destinée des grands hommes, mais il faut aussi reconnaître que ceux-ci savent s'emparer de ces circonstances de manière à se rendre l'avenir favorable, et ils y semblent entraînés par les qualités toutes spéciales de leur nature.

C'est pourquoi, la connaissance de ces qualités est fort utile, tellement indispensable même, que tous les hommes de guerre, les *héros*, comme les nomme le colonel Desprels, se sont toujours attachés avec passion à l'étude des caractères de leurs devanciers, cherchant à se reconnaître en eux, à les prendre pour modèles, à s'inspirer, en un mot, de cet ensemble de qualités morales, vertus ou défauts, qui les ont mis au-dessus du vulgaire et les ont désignés comme chefs nécessaires dans les grandes luttes de nation à nation.

Pour arriver à bien connaître l'homme de guerre, le colonel Desprels l'étudie, dans les conditions les plus intimes de la vie, et reconnaît de grandes analogies de caractère entre les divers capitaines. La paix, dit-il, peut les faire pressentir, et ses héros se sont signalés dès le début de leur carrière, par de telles défectuosités, à peu près les mêmes chez tous, qu'il recommande tout d'abord la tolérance à l'égard de certains défauts professionnels dont nos plus grands hommes étaient loin d'être exempts.

« Entier, personnel, résistant, peu endurant, insubor-
« donné, difficile, colère, frondeur, méchant, agressif,
« égoïste, jaloux, vindicatif, telles seraient les notes qu'un
« chef de corps donnerait aujourd'hui à nombre de héros
« qui ne pouvaient supporter de se trouver en sous-ordre,
« et dont les qualités exceptionnelles ne se révélaient que
« lorsqu'ils étaient affranchis de tout joug et se trouvaient
« à la tête des armées. »

Voici les facultés principales que le colonel Desprels passe tout d'abord en revue :

« Le *jugement*, don supérieur, souvent condamné à l'im-
« puissance dans les organisations vulgaires, mais capable
« de subordonner les facultés d'un grand capitaine ;

« La *circonspection*, qui porte à mûrir les projets, à envi-
« sager les conséquences de tous les actes et qui, inspirant
« des soupçons salutaires, préserve des embûches ;

« La *ruse*, considérée par Xénophon comme la première
« qualité d'un général ;

« Le *coup d'œil,* qui facilite la prompte appréciation des « incidents du champ de bataille et de l'état moral des « combattants ;

« L'*amour de la gloire,* qui, réuni à l'*espérance* et à l'*or-* « *gueil,* porte les héros aux grandes entreprises ;

« La *destruction*, faculté bien dure, considérée par Ma- « chiavel et Napoléon comme une des principales causes « de tout succès ; elle porte avec elle la sévérité, la disci- « pline, l'exemple, l'épouvante, indispensables à toute « conquête. Masquée par le désir de plaire, par l'élévation « des sentiments, elle disparaît à propos, pour donner accès « à la séduction, à l'art de gagner les cœurs, de faire « oublier des rigueurs nécessaires ;

« Le *courage,* qualité essentielle, peu commune, quoi « qu'on en dise, et qui, sans contredit, est un des attributs « les plus nécessaires à un grand capitaine ;

« La *soif de l'or,* défaut assez habituel de notre espèce et « dont les grands hommes de guerre sont loin d'être « exempts. »

Le colonel Desprels développe dans la première partie de son ouvrage, le programme que nous venons de reproduire, puis il passe à l'étude de ses héros : Alexandre, Annibal, Scipion, César, Turenne, Napoléon, faisant à chacun d'eux l'application des théories exposées précédemment et mettant en évidence les rapprochements qu'on peut faire entre ces grands hommes au point de vue psychologique.

L'auteur, abordant enfin ses conclusions, établit que l'*opinion ambiante* est habituellement contraire aux grands capitaines avant leur succès, et il le prouve par de nombreux exemples puisés dans l'histoire du prince Eugène, du grand Frédéric, du bailli de Suffren, de Hoche, de Lannes, de Vandamme, de Masséna, et il pense que pour soustraire les héros futurs à l'influence funeste de l'*opinion ambiante,* il est indispensable de recourir à un mode d'avancement indépendant de la nature des caractères.

Il procède alors à l'examen des divers modes d'avancement et il étudie principalement le système prussien de l'avancement à l'ancienneté, pour lequel il ne cache pas ses préférences, parce qu'il annule l'influence des notes funestes que les défauts de leur caractère peuvent attirer à certains grands hommes de guerre, au début de leur carrière et qui sont prises si souvent en mauvaise part et à contre-sens.

Si la France était assurée, pour longtemps, d'une paix bien stable, soit par de puissantes alliances, soit par de formidables barrières, l'avancement à l'ancienneté s'imposerait assurément, suivant l'auteur; mais, ici, arrivé au dernier chapitre de son long et intéressant ouvrage, le colonel Desprels fait une réserve, et, désirant voir placer au plus tôt des officiers jeunes et pleins de valeur à la tête de nos armées, il développe les considérations qui militent en faveur de l'avancement rapide qu'on doit attribuer aux futurs généraux en chef et il appuie sur la nécessité qu'il y a de tenir compte de l'influence de l'âge.

C'est alors que l'auteur émet une proposition qui présenterait de telles difficultés d'application qu'il paraît bien difficile de la considérer comme praticable : reconnaissant qu'il serait imprudent d'accorder irrévocablement les fonctions supérieures à de très jeunes officiers vis-à-vis desquels on pourrait regretter de s'être lié s'ils ne répondaient pas aux espérances qu'ils faisaient concevoir, le colonel Desprels voudrait voir confier *temporairement* ces fonctions supérieures, indépendamment des grades réels, à des officiers relativement jeunes, du grade de chef de bataillon, par exemple, et appelés par le Gouvernement, sur la proposition du chef d'état-major, à exercer pendant deux ou trois années les fonctions de général de brigade, dans une circonscription militaire très-éloignée de leur régiment, ou encore à exercer le commandement d'une division, ou, même, d'un corps d'armée.

Il espère que de grandes aptitudes, inaperçues dans les

rangs inférieurs, ou jugées à contre-sens, se révéleraient dans l'exercice de ces fonctions élevées, et qu'on verrait ainsi, pendant cette sorte de stage, surgir de cette épreuve des hommes d'une grande valeur militaire.

Sans vouloir approfondir davantage les propositions du colonel Desprels, nous tenons à signaler encore une fois, en terminant, le côté profondément humoristique et attrayant, d'une œuvre qui est assurément le fruit de longues études, et dont la lecture, fort instructive, est rendue très facile par la forme anecdotique donnée à toutes ces théories.

NÉCROLOGIE.

LE GÉNÉRAL DE BRIGADE FOURGOUS.

Le général Fourgous (Charles-Louis-Henry) est décédé le 6 mai 1880.

Né à Figeac (Lot), le 2 mai 1818, admis à 18 ans à l'École polytechnique, il entra dans le service actif de l'artillerie comme lieutenant en 2e, le 1er octobre 1840. Capitaine en janvier 1846, il fut nommé adjoint à la manufacture d'armes de Tulle, puis à la direction d'artillerie de Paris, et était adjoint à l'inspection des armes de la garde nationale de Paris, lorsqu'eut lieu la campagne de France à laquelle il participa. Le capitaine Fourgous reçut, en passant à la 1re classe de son grade (octobre 1851), le commandement d'une batterie, et quitta le régiment en 1854 pour remplir les fonctions d'aide de camp du général de Laplace.

Décoré de l'ordre de Pie IX en 1856, chevalier de la Légion d'honneur en 1859, promu chef d'escadron en 1860, le commandant Fourgous fut maintenu auprès du général de Laplace jusqu'en décembre 1863, époque à la-

quelle il fut adjoint au Dépôt central de l'artillerie et nommé secrétaire de la Commission d'armement des côtes. Le commandant Fourgous venait d'être élevé, depuis quelques mois, au grade d'officier dans l'ordre de la Légion d'honneur (12 août 1866) lorsqu'il fut promu lieutenant-colonel et classé au 4e régiment d'artillerie.

Le 16 juillet 1870, le colonel Fourgous reçut le commandement de l'artillerie de la 1re division du 3e corps d'armée, et fut emmené en captivité après la reddition de Metz.

Rapatrié le 9 mai 1871, il reprit son poste au 4e régiment, et fut nommé, dix-huit mois après, directeur d'artillerie à Saint-Omer. Promu colonel quelques jours plus tard, le 31 décembre 1872, il fut placé à la tête de la Direction de Douai, en juillet 1874, et reçut les épaulettes de général de brigade le 25 septembre 1877. Le général Fourgous fut alors désigné pour commander l'artillerie du 13e corps d'armée, et il remplit ces fonctions jusqu'en novembre 1879, époque à laquelle il demanda à en être relevé pour attendre, dans la position de disponibilité, le moment de son passage à la 2e section de l'état-major général.

Le général Fourgous venait d'être admis au cadre de réserve depuis quatre jours seulement, lorsque la mort est venue le frapper.

Le Gérant : Ch. Norberg.

L'ARTILLERIE RUSSE

En 1880.

(Extrait de la *Revue militaire de l'Étranger.*)

[*Suite.*] (1)

II.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

L'artillerie de campagne se divise en artillerie montée, artillerie à cheval et parcs de munitions.

Les troupes de l'artillerie à cheval appartiennent en partie à l'armée irrégulière, c'est-à-dire aux cosaques.

Par suite des différences que présente l'organisation des troupes stationnées en Europe et en Asie, nous étudierons successivement les formations de l'artillerie régulière dans chacune de ces grandes fractions de l'empire russe; nous ferons ensuite connaître l'organisation de l'artillerie des troupes cosaques.

Armée régulière.

1° *Europe.*

Artillerie montée.

Nous réunissons ici, dans le même groupe, l'artillerie montée et l'artillerie de montagne, dont les batteries sont, ainsi qu'on va le voir, ordinairement embrigadées avec les batteries montées. Après avoir exposé d'abord l'organisation générale de l'artillerie montée en temps de paix,

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XVI, avril 1880, p. 5, mai, p. 189.

nous indiquerons les modifications qu'elle éprouve en temps de guerre.

Temps de paix.

L'artillerie montée se compose, en temps de paix, de 48 brigades actives, 6 brigades de réserve et 1 batterie d'instruction; il y a, en outre, provisoirement, 1 demi-batterie de montagne indépendante.

Brigades actives. — Les brigades actives sont affectées aux 48 divisions actives d'infanterie dont elles portent le nom ou le numéro; elles comprennent:

2	brigades	d'artillerie	montée de la garde;
1	—	—	de la garde et des grenadiers (1);
3	—	—	des grenadiers;
1	—	—	des grenadiers du Caucase;
41	—	—	de la ligne.

41 brigades appartiennent à l'armée d'Europe et 7 à celle du Caucase; ces dernières sont les 19e, 20e, 21e, 38e, 39e, 41e et la brigade des grenadiers du Caucase. Toutes sont, même en temps de paix, stationnées à proximité des divisions d'infanterie auxquelles elles correspondent (2).

---

(1) Cette brigade appartient à la garde au même titre que les deux précédentes; mais comme elle est affectée à la 3e division d'infanterie de la garde, qui comprend deux régiments de grenadiers : celui des grenadiers de Kekshoim et celui des grenadiers de Saint-Pétersbourg, on lui a conservé par tradition la dénomination de brigade de la garde et des grenadiers.

(2) Voici la répartition actuelle des corps d'armée, telle qu'elle résulte des modifications successivement apportées à leur composition, des changements de garnison qui sont assez fréquents, etc.

Corps de la garde : quartier général, Saint-Pétersbourg. — 2 divisions d'infanterie à Saint-Pétersbourg, avec leurs 2 brigades d'artillerie; 1 division à Varsovie, avec la brigade d'artillerie montée de la garde et des grenadiers.

Corps des grenadiers : quartier général, Moscou. — 1re, 2e et 3e divisions de grenadiers à Moscou, Kalouga et Tambow, dans la région de Moscou; 1re, 2e et 3e brigades d'artillerie montée des grenadiers à Moscou, Kalouga et Riasan.

1er corps : Saint-Pétersbourg. — 22e, 24e et 37e divisions d'infanterie à Novgorod, Revel et Saint-Pétersbourg, dans la région de Saint-Pétersbourg; 22e, 24e et 37e brigades d'artillerie à Novgorod, Gattschina et Novgorod.

2e corps : Vilna. — 26e et 27e divisions d'infanterie à Grodno et Vilna, dans la région de Vilna; 26e et 27e brigades d'artillerie montée à Grodno et Vilna.

3e corps : Riga. — 25e, 28e et 29e divisions d'infanterie à Dunabourg, Kowno et Riga, dans la région de Vilna; 25e, 28e et 29e brigades d'artillerie montée à Vitebsk, Vilkomir et Riga.

4e corps : Biélostok. — 16e et 30e divisions d'infanterie à Mohilew et Minsk, dans la région de Vilna; 16e et 30e brigades d'artillerie montée à Gomel et Minsk.

Chaque brigade est composée d'un état-major et de 6 batteries.

Dans les brigades de l'armée d'Europe, les 3 premières batteries sont des batteries lourdes armées de pièces de 106^{mm},7 (canon de batterie, modèle 1877); les 3 dernières, des batteries légères attelant des pièces de 87^{mm} (canon léger, modèle 1877).

A l'armée du Caucase, la brigade de grenadiers du Caucase a 2 batteries lourdes (n°s 1 et 2) et 4 légères (n°s 3 à 6). Les 6 autres brigades se composent de 2 batteries lourdes (n°s 1 et 2), 2 batteries légères (n°s 3 et 4) et

---

5e corps : Varsovie. — 7e et 8e divisions d'infanterie à Radom et Varsovie, en Pologne; 7e et 8e brigades d'artillerie montée à Radom et Lowicz.

6e corps : Varsovie. — 4e, 6e et 10e divisions d'infanterie à Lomja, Plotsk et Varsovie, en Pologne; 4e, 6e et 10e brigades d'artillerie montée à Ostrow, Pulstuck et Lodz.

7e corps : Sébastopol. — 13e et 34e divisions d'infanterie à Simféropol et Iekaterinoslaw, dans la région d'Odessa; 13e et 34e brigades d'artillerie montée à Sébastopol et Cherson.

8e corps : Odessa. — 14e et 15e divisions d'infanterie à Kicheneff et Odessa, dans la région d'Odessa; 14e et 15e brigades d'artillerie montée à Kicheneff et Wrosnesensk.

9e corps : Orel. — 5e et 36e divisions d'infanterie à Tchernigow et Orel, dans la région de Kharkow; 5e et 36e brigades d'artillerie montée à Njeschin et Mzensk.

10e corps : Kharkow. — 9e et 31e divisions d'infanterie à Poltava et Kharkow, dans la région de Kharkow; 9e et 31e brigades d'artillerie montée à Walki et Bjelgorod.

11e corps : Jitomir. — 11e et 32e divisions d'infanterie à Loutsk et Jitomir, dans la région de Kiew; 11e et 32e brigades d'artillerie montée à Ostrog et Saslaw.

12e corps : Kiew. — 12e et 33e divisions d'infanterie à Vinnitza et Kiew, dans la région de Kiew; 12e et 33e brigades d'artillerie montée à Litin et Tschenkasi.

13e corps : Moscou. — 1re, 3e et 35e divisions d'infanterie à Smolensk, Nijni-Nowgorod et Jaroslaw, dans la région de Moscou; 1re, 3e et 35e brigades d'artillerie montée à Wjasma-Paulovkoi, et Rostow.

14e corps : Lublin. — 17e et 18e divisions d'infanterie à Siedlce et Lublin, en Pologne; 17e et 18e brigades d'artillerie montée à Bjala et Lublin.

15e corps : Kazan. — 2e et 40e divisions d'infanterie à Kazan et Saratow, dans la région de Kazan; 2e et 40e brigades d'artillerie montée à Kazan et Saratow.

1er corps du Caucase : Tiflis. — Division de grenadiers du Caucase à Tiflis et 3e division d'infanterie à Akaltschick; brigades d'artillerie montée des grenadiers du Caucase à Tiflis, 38e brigade à Akaltschick.

2e corps du Caucase : Tiflis. — 39e et 41e divisions d'infanterie à Alexandropol et Tiflis; 39e et 41e brigades d'artillerie montée à Alexandropol et Gori.

Quatre divisions ne font pas partie de corps d'armée, savoir :

La 23e division stationnée en Finlande, à Helsingfors, avec la 23e brigade d'artillerie.

Les 19e, 20e et 21e divisions d'infanterie de l'armée du Caucase, qui sont respectivement à Stavropol, Wladikawkas et Pétrovsk, et ont leurs brigades d'artillerie à Stavropol, Wladikawkas et Temïr-Chan-Schura.

(*Dislokationskarte der russischen Armee,* von Tröltsch, Hauptmann.)

2 batteries de montagne (nos 5 et 6); ces dernières servent des canons de montagne de 3 livres.

Sur le pied de paix, ces différentes batteries sont formées à 4 sections.

Demi-batterie de montagne indépendante. — Cette demi-batterie est détachée auprès des troupes qui sont échelonnées le long de la frontière lesghienne (Daghestan). Cette formation n'est que provisoire (1). Pendant la guerre d'Orient on avait de même formé trois batteries de montagne indépendantes aujourd'hui supprimées.

Batterie d'instruction. — Elle est composée d'un cadre permanent et d'un effectif variable détaché des différentes brigades. Nous en décrirons l'organisation avec plus de détail dans la dernière partie de cette étude.

Brigades de réserve. — L'organisation actuelle des brigades de réserve date de 1879 et remplace l'organisation de 1876 (2). Ces brigades, au nombre de 6, ont pour rôle d'assurer les nouvelles formations en temps de guerre (réserves et dépôts) : elles comprennent, comme les autres brigades, 3 batteries lourdes (nos 1 à 3) et 3 batteries légères (nos 4 à 6); seulement leur armement se compose provisoirement d'anciens canons de 9 livres pour les premières et de canons de 4 livres pour les dernières.

Les 6 brigades de réserve sont stationnées à Novgorod, Dunabourg, Smolensk, Koursk, Toganrog et Moscou.

Temps de guerre.

En temps de guerre, l'artillerie montée comprend, comme en temps de paix, 48 brigades actives, 1 batterie d'instruction, plus 1 ou plusieurs demi-batteries ou batteries de montagne indépendantes; les brigades de réserve sont portées au nombre de 24 et il est formé 6 brigades de dépôt.

---

(1) D'après les *Jahresberichte über die Veränderungen und Fortschritte im Militärwesen*, de Löbel (année 1879) qui viennent de paraître, cette demi-batterie n'existerait plus.

(2) Voir *Revue militaire de l'étranger*, année 1876, volume X, no 324, p. 261.

Brigades actives. — Les brigades actives conservent en temps de guerre la même constitution qu'en temps de paix; les effectifs seuls varient. Les états-majors reçoivent des chevaux pour atteler leur train, et les batteries, le complément d'hommes et de chevaux nécessaire pour les porter à l'effectif de guerre. Les batteries comprennent alors, en plus des 4 sections existant en temps de paix, une section de dépôt marchant avec les troupes combattantes et leur fournissant, avant les dépôts établis en arrière des armées ou stationnés sur le territoire, une réserve d'hommes et de chevaux ; il n'en existe pas moins dans les 4 sections de combat un certain nombre d'hommes de remplacement et d'attelages haut-le-pied.

Brigades de réserve et de dépôt. — Les 6 brigades de réserve existant en temps de paix sont appelées à former en temps de guerre 24 brigades de réserve à 4 batteries, destinées à marcher avec les 24 divisions d'infanterie de réserve, et 6 brigades de dépôt à 8 batteries. Ces 48 batteries de dépôt correspondent aux 48 brigades actives et alimentent, en outre, chacune 2 des batteries de réserve nouvellement formées. On a donc, par le fait, une batterie de dépôt pour huit batteries de guerre.

Le total des formations est de 144 batteries de réserve ou de dépôt : c'est le nombre de sections que présente l'ensemble des 36 batteries de réserve en temps de paix. Ajoutons, enfin, que parmi ces dernières batteries, les unes sont désignées pour se transformer uniquement en batteries de réserve, les autres en batteries de dépôt.

Les dépôts ont un personnel permanent fixe et un personnel variable ; l'effectif de ce dernier est réglé d'après le chiffre des hommes qui restent disponibles lorsque les autres formations sont effectuées. On a néanmoins prévu une répartition normale moyenne du personnel variable.

Les trois premières batteries de la première brigade de dépôt sont destinées à alimenter les deux brigades de la garde ainsi que la brigade de la garde et des grenadiers.

Leur personnel permanent est composé d'officiers et d'hommes de la garde. Le personnel variable des deux premières compte également dans la garde : dans la troisième il appartient pour un tiers à la garde et pour les deux autres tiers aux grenadiers. La batterie de réserve, qui donne naissance à ces trois batteries de dépôt, forme en outre une batterie de dépôt de la ligne; les trois quarts des officiers et combattants qui lui sont affectés en temps de paix comptent dans la garde, le dernier quart et les non-combattants dans la ligne.

Par suite des prescriptions de 1879 destinées à coordonner l'organisation des réserves d'artillerie avec celle des réserves de l'infanterie, le nombre des batteries de réserve et de dépôt est, en temps de guerre, beaucoup plus considérable qu'autrefois; pour assurer la formation des nouvelles unités, on a d'ailleurs en temps de paix, treize batteries de plus qu'en 1876. Le personnel appelé au moment de la mobilisation dans les batteries de réserve se compose de réservistes, et dans celles de dépôt, de réservistes, de recrues et au besoin de miliciens du premier ban. Les batteries de réserve possèdent en temps de paix un excédant d'officiers et chaque brigade active deux capitaines surnuméraires; ce personnel augmenté d'officiers de réserve compose en temps de guerre le cadre supérieur des nouvelles formations.

L'armement des différentes batteries qui entrent dans la composition des brigades de réserve et dans celle des brigades de dépôt est provisoirement le suivant :

1re et 2e batteries de réserve	Canons de 9
3e et 4e — —	— de 4
1re, 2e, 3e et 4e batteries de dépôt. .	— de 9
5e, 6e, 7e et 8e — — . .	— de 4

Artillerie à cheval.

Temps de paix.

L'artillerie à cheval régulière se compose de 29 batteries, savoir :

5	batteries à cheval	de la garde.
21	—	de la ligne.
1	—	d'instruction.
2	—	de dépôt.

Batteries actives. — Ainsi qu'on l'a dit précédemment, l'artillerie à cheval de la garde est seule groupée en brigade ; cette brigade est formée des cinq batteries mentionnées ci-dessus et d'une batterie de cosaques du Don (armée irrégulière) ; elle constitue l'artillerie des divisions de cavalerie de la garde.

Les autres batteries à cheval sont réparties entre les divisions de cavalerie de l'armée d'Europe ; on sait, en effet, que deux batteries font, même en temps de paix, partie intégrante de chacune d'elles ; on a affecté aux sept premières divisions les quatorze premières batteries de la ligne et à chacune des sept suivantes une des sept batteries restantes et une batterie des cosaques du Don (armée irrégulière) (1).

---

(1) La dislocation de la cavalerie russe et de l'artillerie à cheval a été indiquée dans une étude sur *la cavalerie russe en 1875*, publiée par la *Revue militaire de l'étranger*. (Voir année 1876, vol. IX, n° 297.)

Actuellement les divisions de cavalerie attachées aux corps d'armée, dont elles portent le numéro, sont réparties ainsi qu'il suit sur le territoire de l'empire russe :

Garde impériale. — 1re division de cavalerie (2 brigades), quartier général à Saint-Pétersbourg : 1re et 4e batteries à cheval de la garde à Saint-Pétersbourg.

2e division (3 brigades), 2 à Saint-Pétersbourg, 1 à Varsovie : 2e et 5e batteries à cheval, batterie d'instruction et batterie cosaque attachées aux deux premières brigades à Saint-Pétersbourg ; 3e batterie détachée près de la troisième brigade à Varsovie.

Ligne. — 1re division à Tver (région de Moscou) : 1re et 2e batteries à cheval de la ligne à Tver.

2e division à Souvalki (Pologne) : 3e et 4e batteries à Souvalki.

3e division à Kowno (région de Vilna) : 5e et 6e batteries à Kéïdany.

4e division à Biélostok (région de Vilna) : 7e et 8e batteries à Biélostok

5e division à Vlotslavsk (Pologne) : 9e batterie à Sieradz, 10e batt. à Sdunskawola.

6e division à Lomja (Pologne) : 11e batterie à Radzymin, 12e batt. à Ostrolenka.

7e division à Elisabethgrad (région d'Odessa) : 13e batterie à Novgorodka, 14e à Novyï-Starodub.

Les batteries à cheval sont à trois sections. Elles attellent des canons de 87mm (canons d'artillerie à cheval, modèle 1877).

Batterie d'instruction. — Elle a une organisation semblable à celle de la batterie d'instruction de l'artillerie montée. Nous nous réservons également de la décrire plus tard.

Batteries de dépôt. — Il n'existe que 2 batteries de dépôt; elles ne sont pas destinées, réglementairement, à fournir, comme celles de l'artillerie montée, de nouvelles unités; en cas de guerre, les batteries à cheval de cosaques, dont il sera question plus loin, suffisent pour former l'artillerie des nouvelles divisions de cavalerie qui pourraient être constituées.

Temps de guerre.

Batteries actives. — Les batteries actives complètent leurs effectifs; elles sont alors formées à trois sections de combat et une section de dépôt mobile.

La répartition des batteries à cheval dans les divisions de cavalerie de la ligne ne subit aucune modification; dans la garde, les 1re et 4e batteries de la brigade d'artillerie à cheval sont affectées à la division de cuirassiers; les 2e et 5e batteries à la première division, la 3e batterie et la bat-

---

8e division à Kicheneff (région d'Odessa): 15e batterie à Kicheneff, 1re batterie cosaque à Soroki.

9e division à Romni (région de Kharkow): 16e batterie à Rylsk, ainsi que la 2e batterie cosaque.

10e division à Tchougouieff (région de Kharkow): 17e batt. et 3e cosaque à Isam.

11e division à Dubno (région de Kiew): 18e batterie à Rowno, 4e batterie cosaque à Ljubar.

12e division à Kiew (région de Kiew): 19e batterie et 5e cosaque à Mesghibusch.

13e division à Riasan (région de Moscou): 20e batterie à Bouzow, 6e batterie cosaque à Saraisk.

14e division à Tchenstokow (Pologne): 21e batterie à Kieltsé, 7e batterie cosaque à Pilica.

A chacune des deux premières divisions du Caucase, dont le quartier général est à Tiflis, sont attachées en permanence deux batteries des cosaques du Kouban (1 et 2 à Tiflis, 3 et 4 à Aralisch) et à la troisième, qui est à Helenedorf, la première batterie des cosaques du Téreck, comme on le verra plus loin. La division des cosaques du Don, à Zamosc (Pologne), n'a pas de batterie à cheval.

(*Dislokationskarte der russischen Armee*, von Tröltsch, Hauptmann.)

terie cosaque à la deuxième division de cavalerie de la garde.

Batteries d'instruction et de dépôt. — La batterie d'instruction devient 3e batterie de dépôt : la section de la garde qui entre dans sa composition sert de dépôt à l'artillerie à cheval de la garde.

Le personnel des trois batteries de dépôt se compose d'un effectif permanent et d'un effectif variable, comme dans l'artillerie montée.

Organisation des batteries.

Nous commencerons par examiner le matériel dont sont armées les batteries ; nous exposerons ensuite ce qui a trait à leur personnel.

MATÉRIEL.

Après avoir indiqué la composition du matériel, nous compléterons la description qui en a déjà été faite à plusieurs reprises dans la *Revue,* et nous y ajouterons quelques données numériques et des renseignements sur le tir des bouches à feu et sur leur approvisionnement, tirés de l'*Aide-mémoire* pour le matériel de campagne russe, et de l'ouvrage du général Engelhardt sur les artilleries étrangères.

Composition du matériel.

Pied de paix. — En règle générale, les batteries actives son chargées en temps de paix de l'entretien de leur matériel de guerre. Les batteries de réserve conservent et entretiennent le matériel des autres batteries auxquelles elles doivent donner naissance au moment de la mobilisation.

On ne peut atteler, sur le pied de paix, que quatre pièces dans les batteries montées, six pièces et deux caissons dans les batteries à cheval.

Pied de paix renforcé. — Les batteries peuvent recevoir un complément d'attelages, afin de faciliter la mise ultérieure sur pied de guerre. Elles attellent alors huit pièces,

quatre caissons et un affût de rechange dans les batteries montées, six pièces, trois caissons et un affût de rechange dans les batteries à cheval.

Pied de guerre. — La composition en matériel varie suivant les batteries. Elle est conforme au tableau suivant pour les batteries mobilisées :

VOITURES.	BATTERIES ACTIVES				BATTERIES DE RÉSERVE	
	lourde.	légère.	à cheval.	de montagne.	lourde.	légère.
Canons	8	8	6	8	8	8
Caissons de munitions à 4 roues	16	12	9	»	12	8
Caisses à munitions	»	»	»	112	»	»
Affûts de rechange	2	2	1	»	2	2
Train d'artillerie.						
Chariots de batterie (1)	3	3	3	»	3	3
Train d'intendance.						
Composition variable (2).						

(1) Un des chariots de batterie contient une forge portative Rentheim. Un nouveau modèle de chariot de batterie est en ce moment à l'étude ; les batteries en auraient 4 au lieu de 3 de l'ancien modèle et l'on supprimerait un des affûts de rechange des batteries montées. (*Revue d'artillerie*, t. XV, p. 383.)

(2) A chaque batterie de campagne sont attachées deux sortes de train dont le matériel est fourni : pour le premier par l'artillerie elle-même, pour le second par l'intendance.

Dans la majeure partie des batteries actives montées ou à cheval, le train d'intendance se compose de :

1 chariot à vivres à 4 chevaux ;
1 chariot à vivres léger à 2 chevaux ;
1 voiture d'ambulance à 4 chevaux ;
1 charrette médicale à 1 cheval ;
2 chariots à bagages d'officiers à 2 chevaux (l'un pour les bagages des officiers, l'autre pour les bagages du commandant de batterie et le transport de la caisse de comptabilité).

Dans quelques batteries de réserve, le train a la même composition que précédemment ; dans les autres il y a :

1 chariot à vivres à 4 chevaux ;
1 chariot à vivres léger à 2 chevaux ;
1 voiture d'ambulance à 2 chevaux ;
2 chariots à bagages d'officiers.

Dans quelques batteries actives, montées ou à cheval de l'armée régulière, ainsi que dans toutes les batteries à cheval des Cosaques du Don, le train d'intendance est encore constitué suivant l'ordonnance de 1865, c'est-à-dire :

1 chariot pour la caisse et la comptabilité ;
2 chariots à vivres à 4 chevaux ;
1 voiture d'ambulance à 4 chevaux ;
1 charrette médicale (dans les batteries à cheval seulement).

En ce qui concerne le matériel, les batteries de dépôt disposent de 8 pièces, 2 caissons à munitions, 1 affût de rechange et 2 voitures pour le train d'artillerie, dans les batteries montées ; de 6 pièces, 2 caissons, 1 affût de rechange, 1 voiture pour le train dans les batteries à cheval.

Description du matériel

PL. VII.

Les bouches à feu en service dans les batteries de campagne et de montagne se chargent toutes par la culasse et sont munies de fermetures à coin. Les canons de montagne de 3 livres et la plus grande partie des anciens canons de 9 livres et de 4 livres sont en bronze ; un certain nombre de bouches à feu de 9 et de 4 et les nouveaux canons modèle 1877 sont en acier. Il ne sera question que de ces derniers, l'ancien matériel ayant déjà été décrit dans la *Revue* (1). Du reste, les canons de 9 et de 4 sont destinés à disparaître bientôt des équipages de campagne et le canon de montagne doit également être remplacé par une nouvelle pièce actuellement à l'étude (2).

Bouches à feu. — Le nouveau matériel de campagne russe comprend trois types de bouches à feu (3) :

Canon de batterie du calibre de 106^{mm},7 ;

Canon léger du calibre de 87^{mm} ;

Canon d'artillerie à cheval du calibre 87^{mm}.

Tout d'abord, il avait été question de fabriquer les nouvelles pièces de campagne à grande portée en bronze mandriné d'après les procédés du colonel Lavrof (4). Un canon lourd de 4 livres était à l'essai au moment de la déclaration de guerre, mais au mois d'avril 1877 les trois arsenaux n'avaient pu entreprendre la construction que de 100 à 200 canons de ce système. Les événements politiques de l'année 1877 ayant exigé une transformation

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. I, p 425.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 98.
(3) Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, p. 326.
(4) Voir *Revue d'artillerie*, t. VI, p. 273.

rapide de l'armement de l'artillerie de campagne, le gouvernement russe se trouva dans l'obligation de s'adresser à l'étranger.

Une commission spéciale adopta un type de canon Krupp en acier, offrant beaucoup d'analogie avec les canons de campagne allemands modèle 1873; un certain nombre de ces bouches à feu furent mises en commande à l'usine Krupp. En même temps, la Russie prit les mesures nécessaires pour pouvoir s'affranchir le plus tôt possible de l'étranger, et pouvoir achever dans l'espace de trois années au plus la reconstitution complète de tout son matériel de guerre. Des officiers d'artillerie et des ingénieurs métallurgistes furent envoyés à l'étranger pour étudier sur place l'installation et l'outillage des principales usines ou établissements métallurgiques. En même temps l'usine d'Oboukhov fut transformée et agrandie, et se trouva, en moins de 18 mois, en état de pouvoir suffire presque à elle seule à la fabrication des nouvelles bouches à feu. Elle proposa alors, pour les canons de campagne qu'elle devait fabriquer, un mode de construction, un peu différent de celui des canons Krupp, qui fut adopté par le grand-maître dès le mois d'avril 1879.

Actuellement, l'usine d'Oboukhov est installée de manière à fondre et à forger la totalité des pièces de campagne nécessaires pour le renouvellement de l'armement. La moitié seulement de ces pièces sont complétement terminées à l'usine. Afin d'activer le travail, l'autre moitié des canons est usinée dans les ateliers de l'artillerie à Saint-Pétersbourg.

Les bouches à feu livrées par l'usine Krupp, désignées sous le nom de canons de campagne *modèle* 1877, se composent, comme les canons allemands, d'un tube ou corps de canon, et d'une seule frette-manchon ou jaquette qui porte les tourillons et la mortaise du coin de fermeture.

Le manchon, placé à chaud sur le tube, exerce sur lui un certain serrage ; une agrafe formée de deux demi-

anneaux l'empêche de glisser. Cet anneau de calage est recouvert par une petite frette.

Les canons fabriqués à l'usine d'Oboukhov, que nous désignerons sous le nom de *modèle* 1879, se composent, comme les canons Krupp, d'un tube intérieur et d'un manchon ; mais le manchon enveloppe le tube complétement jusqu'à la tranche de la bouche, au lieu de s'arrêter comme dans les précédents, un peu en avant des tourillons. Les tourillons sont portés par une frette-tourillon maintenue en place par un anneau de calage composé également de deux demi-anneaux recouverts par une frette.

Le tube est en acier Martin-Siémens comprimé à la presse hydraulique, d'après le procédé Whitworth, sous une pression d'environ 90 atmosphères. Le manchon est en acier puddlé, fondu au creuset, mais non comprimé ; il porte la mortaise du coin de fermeture. La frette-tourillon est en acier comprimé ; pour la mettre en place sur le manchon on la chauffe au rouge.

L'introduction du tube dans le manchon se fait à froid, sous une pression de 30 atmosphères environ, à l'aide d'un appareil spécial dont le moteur est une presse hydraulique manœuvrée par deux hommes. Le tube a été rayé avant cette opération et complétement terminé ainsi que le manchon sur lequel on a dû placer la frette-tourillon.

La tranche arrière du tube devant s'arrêter à hauteur de la tranche antérieure de la mortaise du coin, on visse dans le manchon, en arrière de la mortaise, et dans le prolongement du tube, un second petit tube en acier pour racheter la différence de diamètre indispensable pour pouvoir introduire le grand tube dans le manchon ; une vis arrêtoir l'empêche de se dévisser.

La même machine permet d'extraire à froid par traction le tube d'une pièce pour le réparer ou le remplacer par un autre. Ces deux opérations s'exécutent facilement, pourvu toutefois que les surfaces de contact des deux pièces aient été convenablement préparées et ajustées. Ce mode de

construction de canons à *âme amovible* a été proposé et essayé dès l'année 1876 pour les canons de gros calibre; il est dû à MM. Kolokoltzoff et Mousselius (1). En outre de l'avantage de permettre le remplacement facile des tubes endommagés, ce système permettrait d'opérer au besoin les transformations qui pourraient survenir dans le tracé des dispositions intérieures, sans mettre au rebut complètement des bouches à feu encore en bon état.

Le mécanisme de culasse des bouches à feu du modèle 1877 est identiquement le même que celui des canons de campagne allemands (2), celui des pièces modèle 1879 présente quelques différences : le manchon de chargement a été supprimé, et par suite les rainures, pratiquées dans les faces supérieure et inférieure de la mortaise pour recevoir les goujons destinés à assurer le fonctionnement de ces manchons, n'existent pas. Dans l'un et l'autre modèle, l'anneau obturateur est un anneau Broadwell non modifié.

Comme tracé intérieur, les deux modèles de canon sont identiques. L'âme de la pièce comprend, de l'arrière à l'avant : la chambre de la gargousse cylindrique, à l'arrière est ménagé le logement de l'obturateur; le cône de raccordement postérieur; la chambre du projectile cylindrique; le cône antérieur, et enfin l'âme proprement dite. Les rayures, au nombre de 24, pour tous les calibres de campagne, ont une profondeur et une largeur constante, elles ont pour directrice un arc de parabole et tournent de gauche à droite. Elles se prolongent dans la chambre du projectile avec une profondeur moindre nécessairement, et ne s'arrêtent qu'à l'origine du cône postérieur, tandis que dans les canons allemands elles se terminent au cône antérieur.

Comme forme extérieure, les canons modèle 1877 sont

---

(1) M. Kolokoltzoff est un capitaine de vaisseau qui est chef des services administratifs à l'usine d'Obouhkov, tandis que le général Mousselius dirige plus spécialement les travaux techniques. (*Mémorial de l'artillerie de la marine*, t. IV, 3e livr.)

(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. VII, p. 297.

semblables aux canons allemands, et ne présentent à l'arrière aucun renflement, les canons modèle 1879 se terminent au contraire par un renfort carré de dimensions un peu plus fortes que le tonnerre. Sur la face supérieure du renfort est gravé un trait parallèlement à l'axe de la pièce, sur lequel on doit placer le niveau de pointage. La surface extérieure des canons était d'abord bronzée, on préfère actuellement la recouvrir d'une couche de peinture noire.

La hausse se compose, comme celle des canons de campagne autrichiens modèle 1875, d'une tige de hausse en laiton, glissant dans une gaîne de hausse également en laiton; une vis de hausse qui appuie sur un ressort de pression placé à l'intérieur de la gaîne, sert à fixer la tige à la position voulue. Cette disposition a l'avantage de permettre d'obtenir de grandes hauteurs de hausse, sans donner cependant à l'instrument lui-même une longueur exagérée. La tige et la gaîne sont cylindriques, avec un pan coupé en avant sur lequel est gravée une graduation en distance. La gaîne est munie à sa partie supérieure d'un poussoir.

A la partie supérieure de la tige est fixé un tube horizontal gradué, dans lequel peut tourner une vis de rappel en acier, que l'on met en mouvement à l'aide d'un bouton moleté. Le long de cette vis peut se déplacer une planchette formant écrou, et portant le cran de mire.

Dans le canal de hausse ménagé dans le renfort du canon est vissé un manchon en fer forgé. La hausse est maintenue en place par un ressort logé dans le manchon, comme pour les canons allemands; une vis de pression, dont la tête déborde la tranche arrière du canon, sert à manœuvrer le ressort.

Le guidon en acier est conique, il est vissé sur une embase qui est fixée elle-même sur l'embase du tourillon droit. Le guidon est noirci pour rendre le pointage plus commode.

Le canon léger et celui d'artillerie à cheval, qui ont le

même calibre, ne diffèrent entre eux que par la longueur totale, par la longueur de la ligne de mire et par le poids. On emploie avec ces deux types de bouches à feu les mêmes munitions.

Munitions. — Les projectiles sont de trois sortes : obus, shrapnels, boîtes à mitraille.

Les obus et les shrapnels sont munis de deux ceintures en cuivre ; la ceinture antérieure assure le centrage et la ceinture postérieure le forcement : la première est arrondie, la seconde, qui est cylindrique, a deux rainures remplies de graisse. Toutes les deux sont posées au marteau ou à la machine. Afin de donner au projectile une forme exacte, on tourne la surface extérieure des ceintures et la partie cylindrique du projectile.

Les obus ont 2,5 calibres de longueur et sont du système dit à segments annulaires ; ceux du modèle primitif sont semblables aux obus Uchatius des canons de campagne autrichiens et aux obus modèle 1876 de l'artillerie allemande (1).

L'obus léger donne à l'éclatement environ 140 éclats dont le poids est en moyenne de 100 grammes.

Le 10 mai 1880 a été adopté, pour l'obus léger, un nouveau tracé intérieur proposé par M. Babouchkine. Les dents des différents anneaux, au lieu de se superposer, se contrarient. De cette façon, la paroi extérieure se fragmente d'une façon plus régulière.

La charge explosive des shrapnels est placée au culot : elle est séparée des balles en plomb par un diaphragme en fer et communique avec la fusée par un tube en fonte rempli de poudre. Il y a deux types de shrapnels : les uns sont coulés d'une seule pièce, les autres sont composés de deux parties, le corps et la tête ogivale, tous les deux en fonte, emboîtées l'une dans l'autre et réunies au moyen de vis. Ce dernier modèle devait être entièrement substitué au premier.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, p. 477, et t. XII, p. 525.

Mais on vient d'adopter un troisième modèle, dans lequel la tête en bronze se visse sur le corps du projectile; elle est munie d'une ouverture servant pour l'introduction des balles, que l'on ferme ensuite avec un bouchon en plomb. Le tube central est en fer forgé. En outre, dans ces shrapnels du dernier tracé, la surface intérieure du projectile est munie de rainures en hélice. Au départ du coup, les balles sont poussées en avant, non-seulement par le diaphragme, mais encore par les rebords des rainures, ce qui diminue d'autant la pression exercée par les balles sur le diaphragme, ainsi que la compression exercée par la colonne de balles contre les parois qui tend à les gonfler; de plus, les rainures forcent les balles à participer au mouvement de rotation du projectile. Pour les trois modèles, les balles en plomb durci (4 de plomb, 1 d'antimoine) ont 13 millimètres de diamètre; elles sont enduites d'huile d'olive, afin qu'elles se séparent plus facilement du soufre au moment de l'éclatement.

Les boîtes à mitraille cylindriques ont à l'arrière un renflement qui sert d'arrêt dans le chargement. L'enveloppe est formée par une feuille de fer-blanc dont les bords sont joints par une soudure et des rivets. Trois feuilles de zinc placées à l'intérieur forment une seconde paroi intérieure qui a pour but d'empêcher les gaz de faire pénétrer la paroi extérieure entre les balles. Si on supprimait cette seconde enveloppe discontinue, on serait forcé de renforcer la première, qui pourrait alors ne plus se disloquer au moment voulu. Le couvercle et le culot sont en cuivre; ce dernier porte une poignée en cuir permettant de retirer la boîte. Ces boîtes sont remplies de balles en zinc, sans soufre ni sable. Des expériences fort intéressantes ont été faites dans le but de fixer le mode de construction de l'enveloppe, le diamètre des balles, et d'établir les règles du tir à mitraille. Nous donnons plus loin le compte rendu de ces expériences qui a été fait par le colonel Chklaréwitch.

On arme les obus de fusées percutantes [1] et les shrapnels de fusées à temps, à cadran, dont la durée est de 10″ et dont la graduation s'étend jusqu'à la distance de 1 300 sagènes (2 773 mètres).

Cette dernière fusée, que l'on désigne sous le nom de fusée de 10″ ou de grande fusée à temps, parce qu'on a dû agrandir le diamètre du canal circulaire contenant la composition, afin d'augmenter la durée de combustion, est spécialement affectée aux shrapnels à diaphragme de l'artillerie de campagne modèle 1877.

Le corps, en alliage d'étain et d'antimoine, se compose de trois parties cylindriques ayant même axe, savoir : la tête A, le plateau B et la queue C.

La moitié supérieure de la tête est filetée pour recevoir l'écrou D ; la partie inférieure est lisse et porte, immédiatement au-dessous du filetage, un évidement circulaire *c*, appelé gouttière-magasin, dont le bas reçoit de la poudre fine de chasse versée sur le vernis qui recouvre la paroi.

La tête est creuse : l'évidement, fileté dans le haut pour recevoir le bouton d'amorce, et fermé en temps ordinaire par un bouchon en cuir de semelle anglais, se continue par un cylindre lisse, séparé par un ressaut d'un cylindre plus étroit où se trouve une pointe en bronze, noyé par sa base dans le fond de l'évidement; trois petits canaux font communiquer le logement de la pointe et de la gouttière-magasin.

La queue est filetée au pas de l'œil des shrapnels à diaphragme; elle contient une chambre fermée en bas, d'abord par un papier ciré, puis par une rondelle d'étain que l'on maintient en place en rivant au marteau les bords de la tranche inférieure de la fusée. La chambre se termine en haut par un canal plus étroit qui, par la lumière S, aboutit au plateau et établit ainsi la communication avec la composition fusante. La lumière est recouverte de gaze de soie.

---

[1] Une nouvelle fusée est à l'étude. On emploie provisoirement les anciennes fusées percutantes de campagne.

La chambre est remplie de poudre fine de chasse. Le plateau est recouvert d'une rondelle de drap épais, sorte de feutre, dans laquelle est pratiquée une ouverture correspondant à la lumière.

Sur la surface extérieure du plateau, en face de la lumière, est pratiquée une marque indicatrice assez profonde et remplie de vernis rouge. En outre, deux mortaises, *aa*, servent à introduire les pannetons de la clef qui sert à visser la fusée dans l'œil du projectile.

L'appareil de réglage, de même alliage que le corps, est formé d'un anneau plat, E, portant à sa surface inférieure un canal circulaire, interrompu sur une certaine longueur. A l'une des extrémités du canal est pratiqué un évidement rectangulaire ou fenêtre-magasin *f*, qui débouche à la fois à l'extérieur et à l'intérieur, et sert à communiquer le feu de la gouttière-magasin à l'extrémité du canal de composition. La surface inférieure de la composition, tassée dans le canal circulaire, est recouverte de vernis; de même, les parois de la fenêtre-magasin sont recouvertes d'un vernis sur lequel on a versé de la poudre fine de chasse.

Sur la surface extérieure de l'anneau, sont tracés des traits et des chiffres répondant aux durées de combustion de la composition lorsque la fusée est au repos : ces durées sont moindres pour un projectile en mouvement. Les chiffres indiquent les nombres entiers de secondes et les traits intermédiaires donnent les cinquièmes de seconde. Chiffres et traits sont peints en rouge.

Sur le dessus de cet anneau sont deux saillies Z, Z, qui correspondent à des entailles ménagées dans une plaque en laiton K qui se place par-dessus. Les deux autres entailles sont destinées à recevoir les pannetons de la clef. Le vide intérieur de la plaque a le même diamètre que celui de l'anneau de réglage.

Une seconde rondelle intermédiaire ou supplémentaire en laiton, I, se passe sur la tête du corps entre l'écrou de

serrage et la plaque ; son évidement intérieur a la forme d'une portion de cercle comprise entre deux parallèles, qui répondent à des pans abattus sur la tête et qui serrent ces pans coupés d'aussi près que possible. Cette rondelle est destinée à rendre plus commode la mise au point de l'appareil de réglage et à empêcher l'écrou de tourner avec lui.

L'écrou D est en laiton ; sa tranche inférieure doit s'appliquer, par toute sa surface, sur la rondelle supplémentaire.

Le bouton d'amorce, en alliage d'étain et d'antimoine, a la forme d'un cylindre fileté dans sa moitié supérieure et surmonté d'un cylindre plus gros et lisse, sur lequel sont coupés deux pans parallèles. Dans l'intérieur, est pratiqué un évidement cylindrique, ouvert par le bas et terminé en haut par un petit canal ovale et conique, qui débouche à la partie supérieure du bouton, où il est fermé par une rondelle d'étain. Il est traversé en son milieu par un petit canal cylindrique qui lui est perpendiculaire ; les deux orifices de ce dernier à l'extérieur sont fermés par des paillons d'étain. La *masselotte* en plomb, suspendue au milieu du bouton d'amorce, est un cylindre évidé par le bas pour former une capsule, au fond de laquelle est tassée la composition fulminante ; sur sa face supérieure, elle porte une petite ganse, faite d'un fil de laiton très-fin, dans laquelle entre un fil fin de cuivre rouge, passé dans le canal horizontal du bouton d'amorce.

Pour empêcher l'introduction de l'humidité dans la fusée montée, on recouvre la surface extérieure de l'appareil de réglage et la partie cylindrique du ressaut d'une feuille d'étain qui ferme également la petite fenêtre-magasin *f* ; avant d'appliquer cette feuille, on règle la fusée pour $\frac{49}{100}$ de seconde, afin de n'avoir aucune préparation à faire lorsqu'on veut se servir du shrapnel pour remplacer une boîte à mitraille. Le bouchon de la tête est également recouvert à l'extérieur d'un disque de clinquant.

Les fusées ainsi préparées sont disposées par paquets

dans des boîtes de zinc hermétiquement closes où on les garde jusqu'au moment de les placer sur les projectiles.

La manœuvre de la fusée se conçoit aisément. L'appareil de réglage tourne au moyen de la clef de réglage, dont les pannetons s'engagent dans les entailles de la plaque. Des logements à ressaut, pratiqués dans ces pannetons, empêchent la clef de quitter ces entailles pendant le réglage.

Le bouchon d'amorce ne se met qu'au moment du tir; avant de le visser sur le corps de la fusée, il faut s'assurer, en le secouant, que la masselotte n'est pas devenue libre par la rupture du fil. Dans les transports, le bouchon d'amorce est fermé à sa partie inférieure par un bouchon en liège.

Les fusées sont maintenues en place sur le projectile à l'aide d'une vis goupille qui traverse la tête du shrapnel.

Les charges sont confectionnées avec de la poudre à gros grains, composée de 75 parties de salpêtre, 15 de charbon et 10 de soufre. La densité de cette poudre est de 1,66 à 1,70, et la grosseur des grains varie entre $6^{mm},35$ et $10^{mm},16$.

Les propriétés balistiques de cette poudre à gros grains sont définies par le tir du canon léger, les pressions mesurées à l'aide d'un appareil Rodman appliqué à la fermeture. Pour les tirs d'épreuve, on emploie un projectile de $6^{k},859$ et une charge de 1 708 grammes. Le diamètre de la gargousse doit être de $92^{mm},7$ à 94 millimètres, et la longueur, y compris le nœud, de 228,5 au maximum.

Dans ces conditions, la vitesse initiale mesurée avec le chronographe Le Boulengé doit être de 436 à 448 mètres (1 430 à 1 470 pieds). L'écart probable des vitesses partielles, comparé à la vitesse moyenne calculée après 10 coups, ne doit pas dépasser $1^{m},50$ (5 pieds).

La pression moyenne, résultat de 10 épreuves, ne doit pas dépasser 1 700 atmosphères; la pression pour un coup en particulier ne doit jamais être supérieure à 1 950 atmosphères.

L'étoupille à tube recourbée est semblable à celle qui a déjà été décrite dans la *Revue* (1).

Affûts. — Il y a trois modèles d'affûts : un pour le canon léger, l'autre pour le canon d'artillerie à cheval, et le troisième pour le canon de batterie. Le système de construction de ces trois affûts est le même ; ils ne diffèrent guère que par les dimensions. L'affût pour canon d'artillerie à cheval est l'affût du canon léger dont on a supprimé les sièges pour les servants. La description complète de l'affût léger a déjà été donnée (2) dans la *Revue* ; nous nous bornerons donc à rappeler que les dispositions spéciales que présentent les affûts russes nouveau modèle sont, d'une part, la bêche de crosse appliquée directement sous le bout de crosse, et destinée à limiter le recul en labourant le sol, d'autre part, les tampons et les ressorts en caoutchouc durci. L'introduction de ces organes élastiques est due, comme on le sait, au général Engelhardt.

Des rondelles de caoutchouc sont également placées aux extrémités de la traverse et sur l'axe de l'arrêtoir du levier de pointage, pour adoucir les chocs latéraux et les secousses pendant le tir.

Enfin, les sièges d'affût sont supportés chacun par trois ressorts en caoutchouc ayant la forme d'un cylindre creux ; deux de ces ressorts s'appuient sur l'essieu et le troisième sur le tirant (3).

Avant-train et caisson. — L'avant-train et le caisson, les mêmes actuellement pour les 3 calibres, ont été également déjà décrits dans la *Revue*. Le général Engelhardt a proposé, pour l'artillerie à cheval, un nouvel avant-train et un nouveau caisson plus légers qui sont actuellement à l'essai (4).

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, livraison de juin 1880, p. 331.

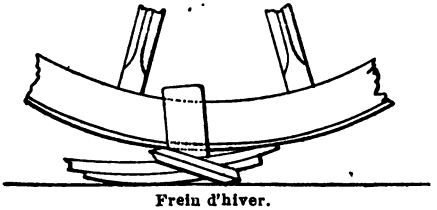
(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, p. 313.

(3) Il est question d'approprier au tir du canon de batterie le nouvel affût de campagne Krupp de 9c,6 : des études ont été entreprises dans ce sens par le Comité d'artillerie. L'affût de 9c,6 pèse 531 kil. avec ses accessoires ; ses flasques sont en tôle d'acier comprimé à rebords rabattus en dedans, l'essieu est en acier et les roues en bois avec moyeu métallique.

(4) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 382.

Les pièces et les caissons s'attellent à six chevaux dans toutes les batteries. On ne met que quatre chevaux à l'affût de rechange.

Chariots de batterie. — Les chariots de batterie modèle 1866 sont attelés à quatre chevaux. Ces voitures sont analogues aux fourgons du train des équipages français ; elles sont recouvertes d'une toile prélat et munies d'un siège sur le devant. Les roues de devant ont même diamètre que celles de derrière. Chaque chariot est pourvu, outre le sabot d'enrayage, d'une sorte d'anneau carré en fer appelé *frein d'hiver,* dont on se sert pour enrayer la voiture sur la glace ; on le dispose alors comme l'indique la figure ci-contre.



Frein d'hiver.

Les chariots de batterie composent ce que les Russes appellent le *train d'artillerie* dans la batterie. On remplace quelquefois le chariot de batterie par le chariot de parc, qui est de construction analogue, mais un peu plus lourd.

Le premier chariot est réservé aux outils et contient la forge portative ; le deuxième porte les fers à cheval, différents objets nécessaires pour les réparations et des matériaux divers ; le troisième est réservé au transport de l'avoine, pour 3 jours dans les batteries montées, 2 jours seulement dans les batteries à cheval. Les chariots de batterie n'étant pas assez mobiles pour pouvoir suivre les pièces sur le champ de bataille, on est, en outre, forcé de mettre certains objets sur l'affût de rechange, plus une partie de l'avoine qui ne peut être portée en entier par le troisième chariot.

Le poids du chariot de batterie est de 606 kil., celui du chariot de parc de 704 kil. Le poids du chargement est en moyenne de 900 kil.

Un nouveau chariot de batterie, s'attelant également à

quatre c[illegible]aux, mais plus léger et plus mobile que le modèle actuel, est en ce moment à l'étude (1).

Lorsque la nouvelle voiture sera adoptée, le train d'artillerie comprendra quatre chariots de batterie :

Chariot n° 1 : pièces de rechange ;
Chariot n° 2 : forge et outils ;
Chariot n° 3 : fers et matériaux ;
Chariot n° 4 : fourrages.

Un des affûts de rechange des batteries montées sera supprimé.

Train d'intendance. — Les d[illegible]ents corps de troupe ont avec eux un train de subsistances et d'ambulance, désigné dans l'artillerie sous le nom de [illegible]*in d'intendance.*

Le personnel de ce train appa[illegible]ient à l'artillerie, bien que les hommes soient désignés s[illegible]us le nom de soldats du train.

Les voitures qui peuvent e[illegible] dans la composition du train des batteries sont :

Le chariot à vivres à 4 roues et à 4 chevaux ;
Le chariot à vivres léger à 4 roues et à 2 chevaux ;
La voiture légère d'ambulance à 4 roues et à 4 chevaux ;
La charrette médicale à 2 roues et à 1 cheval ;
Le fourgon médical à 4 roues et à 4 chevaux (2) ;
Le chariot à bagages d'officier à 4 roues et à 2 chevaux.

Le chariot à vivres de l'intendance modèle 1866 est analogue, comme mode de construction, au chariot de batterie ; il est également attelé de 4 chevaux, mais placés de front suivant le mode d'attelage généralement usité dans le pays. En 1876, on a adopté un nouveau modèle de chariot à vivres léger qui n'est attelé qu'à 2 chevaux ; le sabot d'enrayage est remplacé par une enrayure. Le chariot à bagages d'officiers, modèle 1876, est semblable à cette dernière voiture.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 383.
(2) Les voitures du service médical ont été décrites en 1879, dans la *Revue militaire de l'étranger*, vol. XVI, n° 462.

Approvisionnement des batteries. — Les munitions transportées par les batteries attelant du matériel modèle 1877 sont ainsi réparties :

BATTERIES.	DÉSIGNATION DES COFFRES.	OBUS.	SHRAPNELS.	BOÎTES à mitraille.	CHARGE.
Lourde . .	Avant-train d'affût.	6	9	3	18
	Avant-train de caisson. . . .	6 } 24	9 } 27	3	18 } 54
	Arrière-train de caisson. . .	18	18	»	36
Légère. . .	Avant-train d'affût	13	15	2	30
	Avant-train de caisson. . . .	13 } 43	15 } 45	2	30 } 90
	Arrière-train de caisson. . .	30	30	»	60
A cheval. .	Avant-train d'affût.	12	15	3	30
	Avant-train de caisson . . .	12 } 42	15 } 45	3	30 } 90
	Arrière-train de caisson. . .	30	30	»	60

On a donc un total de :

1 008 coups pour les batteries lourdes ou 127 coups par pièce.
1 320 — — légères ou 165 — —
990 — — à cheval ou 165 — —

Le chiffre des munitions dont les batteries à cheval disposent se trouvera diminué par suite de l'adoption de l'avant-train et du caisson proposés par le général Engelhardt, l'avant-train ne contenant que 20 coups et le caisson 50.

L'approvisionnement des batteries de l'ancien matériel de 9 et 4 a été donné en 1876 par la *Revue* (1). Quant aux batteries de montagne, il y a par pièce 14 caisses à munitions contenant chacune 7 coups ; c'est donc un total de 784 coups dans l'ensemble de la batterie ou de 98 coups par pièce.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. IX, p. 179.

Renseignements sur le tir des canons de campagne russes modèle 1877.

BOUCHES A FEU.	VITESSE initiale.	PORTÉE maximum	DISTANCES	ANGLES de tir.	ANGLES de chute.	VITESSES restantes.	ÉCARTS PROBABLES direction.	hauteur.	portée.
	mètres.	mètres.	mètres.	degrés.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Canon de batterie (1)	373,4	5 334	500	1° 3′	1° 9′	313,00	»	»	»
			1 000	2°18′	2°36′	315,90	»	»	»
			2 000	5°35′	6°52′	268,00	»	»	»
			3 000	9°49′	13°16′	230,30	»	»	»
			4 000	15°37′	22° 3′	205,60	»	»	»
			5 000	22°54′	33° 8′	194,90	»	»	»
			5 300	25°50′	37°30′	193,80	»	»	»
Canon léger	442,0	6 400	500	0°26′	0°45′	396,90	0,10	0,10	8,50
			1 000	1°21′	1°14′	360,20	0,20	0,30	9,80
			2 000	4° 2′	4°54′	301,60	0,63	1,00	12,05
			3 000	7°30′	9°39′	258,00	1,50	2,25	13,35
			4 000	11°24′	15°14′	227,60	2,50	4,60	16,50
			5 000	13°28′	19°18′	217,10	3,00	6,75	19,70
			6 000	20°16′	32° 6′	205,80	4,48	19,30	30,60
			6 400	22°15′	35°14′	205,00	4,80	24,25	33,50
Canon d'artillerie à cheval	411,5	6 400	500	0°39′	1°14′	374,00	0,15	0,15	7,70
			1 000	1°40′	2°42′	341,00	0,40	0,42	8,02
			2 000	4°24′	6°34′	288,00	1,10	1,28	11,29
			3 000	8° 9′	11°33′	245,50	2,50	3,12	15,90
			4 000	12°42′	17°43′	214,50	4,70	6,67	21,28
			5 000	17°48′	25°25′	204,50	8,70	13,15	27,50
			6 000	23°20′	34°36′	201,30	16,40	21,00	34,40
			6 400	25°48′	38°40′	200,90	19,10	30,20	37,87

(1) Les tables de tir du canon de batterie sont provisoires et ne contiennent pas de données sur la justesse du tir.

Renseignements numériques sur le matériel de campagne russe.

BOUCHES A FEU.		CANON LÉGER		CANON D'ARTILLERIE à cheval.		CANONS de batterie.
		Modèle 1877.	Modèle 1879.	Modèle 1877.	Modèle 1879.	Modèle 1877.
Calibre (diamètre de l'âme sur les cloisons)	millim.	87		87		106,7
Diamètre du logement du projectile	id.	87,7		87,7		107,2
Diamètre du logement de la gargousse	id.	98		98		117,8
Longueur de l'âme proprement dite (partie rayée où les rayures ont leur profondeur complète)	id.	1 492		1 037		1,430
Longueur du cône antérieur	id.	7		7		7
Longueur du logement du projectile	id.	93		93		»
Longueur du cône postérieur	id.	103		103		105
Longueur du logement de la gargousse	id.	170		115		»
Rayures — Nombre		24		24		24
Rayures — Largeur	millim.	8,4		8,4		10,5
Rayures — Profondeur	id.	1,25		1,25		1,25
Rayures — Largeur des cloisons	id.	3		3		»
Rayures — Pas final	calibr.	40		36		»
Rayures — Pas final	mètr.	3,48		3,132		3,840
Rayures — Pas initial		∞		∞		∞
Diamètre de la volée — à la bouche	millim.	140	133	150	143	180
Diamètre de la volée — près du renfort	id.	180	174	180	172	214
Diamètre du renfort cylindrique	id.	230	221	220	212	»
Diamètre extérieur du tube — à la volée	id.	140	117	150	117	»
Diamètre extérieur du tube — au tonnerre	id.	180	134	180	134	»
Longueur — du tube	mètr.	1,865	1,865	1,465	1,465	1,830
Longueur — du manchon	id.	1,125	2,100	0,950	1,700	»
Longueur — totale du canon	id.	2,100	2,100	1,700	1,700	2,100
Distance de l'axe des tourillons à la tranche de culasse	id.	875	868	360	748	875
Poids — du canon avec fermeture	kil.	142,26	157,00	360,36	364,45	622,48
Poids — du mécanisme de fermeture	id.	37,674	»	37,674	41,769	»
Prépondérance de culasse	id.	54	63	44	53	54
Longueur de la ligne de mire	millim.	850	»	735	»	850
Distance de la ligne de mire à l'axe de la pièce — Horizontale	id.	130	»	125	»	»
Distance de la ligne de mire à l'axe de la pièce — Verticale	id.	117	»	112	»	»

MUNITIONS.		CANON léger et de carabine.		CANON de batterie.
Gargousse.				
Poids de la charge	kil.	1,357		1,843(1)
Obus (2).				
Hauteur du projectile en calibres		2,36		2,64
Diamètre de la ceinture arrière	millim.	89,4		»
— de la ceinture avant	id.	88,4		»
— de la partie cylindrique	id.	85,8		»
— du vide intérieur	id.	39,8		»
Épaisseur des anneaux	id.	18,1		»
— au culot	id.	17,7		»
Poids du projectile vide	kil.	6,448		11,834
Charge d'éclatement	gr.	204,8		410
Poids de la fusée percutante	id.	205		205
Poids du projectile chargé	kil.	6,872		12,374
Shrapnel.		Tête pleine.	Tête démontable. 1er mod.	
Poids du shrapnel vide	kil.	4,308	4,504	»
— des balles	id.	1,808	1,628	»
Nombre de balles		170	150	290
Poids d'une balle de 5 lignes (12mm,7)	gr.	10,66	10,66	»
— du soufre	id.	298	298	»
— de la charge d'éclatement	id.	68	60	106,65
— du bouchon de plomb	id.	25	25	»
— de la grande fusée à temps de campagne	id.	341	341	»
— total du shrapnel chargé, y compris la la fusée	kil.	6,840	6,840	12,495
Boîte à mitraille.				
Nombre de balles		76 (3)		171
Poids d'une balle en zinc	gr.	65		50
Diamètre d'une balle	millim.	26,1		23,6
Poids de la boîte chargée	kil.	7,063		12,90

(1) La charge de tir du canon de batterie avait été d'abord fixée à 2k,048.

(2) L'obus léger, modèle Babouchkine, a sensiblement les mêmes dimensions que l'obus léger modèle 1877.

(3) Ou 102 balles de 23mm,6 dans les boîtes à mitraille nouveau modèle.

TABLEAU.

MATÉRIEL.		CANON léger.	CANON de batterie.
Affût.			
Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du sol. . .	mètr.	1,16	1,11
Angle de recul.		32°	32°
Hauteur de l'axe de l'essieu	mètr.	0,697	0,697
Écartement des sous-bandes	id.	0,255	0,255
Épaisseur de la tôle des flasques	millim.	6,3	9,5
Largeur du rabattement	id.	50,7	57,0
Longueur totale du flasque.	mètr.	2,298	2,419
Voie	id.	1,65	1,65
Diamètre des roues	id.	1,39	1,39
Poids de l'affût sans roues mais avec siège.	kilogr.	357	434
Poids des deux roues.	id.	143	143
Poids de l'affût avec roues et armements	id.	503,72(1)	577,45
Avant-train.			
Nombre de projectiles contenus dans le coffre		30	18
Poids de l'avant-train chargé.	kilogr.	901	901
Poids total de la voiture (canon, affût et avant-train).	id.	1847	2100
Poids par cheval sans les servants (6 chevaux). . . .	id.	307,8	350,1
Caisson.			
Nombre de projectiles contenus dans le coffre.		60	36
Poids du caisson avec avant-train chargé sans les servants	kilogr.	2146	2145
Poids par cheval sans les servants (6 chevaux) . . .	id.	358	358

(1) L'affût pour le canon d'artillerie à cheval, qui n'a pas de siège, ne pèse avec les armements que 454k,57. Le nouvel avant-train proposé par le général Engelhardt pour l'artillerie à cheval ne pèserait tout chargé que 655 kil. et le caisson 1 470 kil.

(*A suivre.*)

COMPTE RENDU DES EXPÉRIENCES FAITES EN RUSSIE

SUR LE

TIR A MITRAILLE

DES

CANONS DE CAMPAGNE MODÈLE 1877

D'après le colonel CHKLARÉWITCH

(Extrait du *Journal d'artillerie russe.*)

Ces expériences peuvent se diviser en trois parties :
1° Détermination du système de boîte à mitraille ;
2° Recherche du diamètre et du poids des balles ;
3° Établissement des règles du tir à mitraille.

On a essayé, en outre, d'étudier le groupement des atteintes produites par les balles sur la surface du but.

Conformément à l'exemple donné par les artilleries étrangères, il avait été entendu, comme condition première, que la boîte à mitraille devait peser à peu près autant que l'obus et le shrapnel.

I.

Les premières expériences comparatives furent exécutées avec le canon léger en acier et portèrent d'abord sur les modèles suivants :

a) Modèle prussien : 76 balles de zinc de 26 millimètres de diamètre, pesant chacune 65 grammes, sont placées dans un corps de boîte cylindrique en fer-blanc, de 1 millimètre à $1^{mm},5$ d'épaisseur (de 4 à 6 points), rivée et soudée le long du joint. Trois segments en zinc épais de 7 à 8 points ($1^{mm},7$ à 2 millimètres) sont disposés à l'intérieur ; un culot

en cuivre, épais de $7^{mm},6$, et un mince couvercle de même métal ferment la boîte. Le couvercle et le culot portent des encastrements dans lesquels pénètrent des franges ménagées aux deux extrémités du corps de boîte. Près du culot, la boîte porte un renflement formant ceinture qui, dans le chargement, vient s'appuyer sur le raccordement de la chambre à poudre. Une courroie-poignée est fixée au culot au moyen d'une plaque de fer vissée. Les segments en zinc sont destinés à amortir les chocs des balles contre les parois de la boîte et, par suite, contre celles de l'âme. Les balles sont disposées en 11 couches annulaires de 6, de façon que les balles d'une couche correspondent aux intervalles des balles de la couche inférieure ; au centre de ces couches, on loge 10 balles les unes au-dessus des autres. De cette façon, les balles sont, dans les transports, maintenues l'une contre l'autre aussi exactement que possible.

b) Modèle différant du précédent seulement en ce que les interstices entre les balles sont remplis avec du soufre fondu ; pour conserver le même poids, le nombre des balles est réduit à 69.

c) Modèle autrichien : 120 balles en plomb durci (4 de plomb et 1 d'antimoine), de 20 millimètres de diamètre, pesant chacune 44 grammes, sont placées dans un corps de boîte cylindrique fait d'une feuille de zinc de $1^{mm},7$ à 2 millimètres d'épaisseur (7 à 8 points), soudée et rivée le long du joint ; la boîte est fermée par un mince couvercle de zinc et par un culot du même métal, épais de $7^{mm},6$. Sur la tranche du culot sont ménagées 6 entailles larges de 23 millimètres et de profondeur égale à l'épaisseur de la paroi cylindrique ; des franges terminent la feuille de zinc, pénètrent dans ces entailles et sont repliées au-dessous du culot. Les balles sont disposées en 10 couches, de 12 balles chacune : 9 sont à la circonférence et 3 au milieu. Trois des balles de la circonférence ne seraient pas exactement maintenues en place par les autres, mais cet inconvénient est sans importance dans ce modèle qui com-

porte l'emploi du soufre fondu. Une ceinture et une courroie-poignée sont adaptées à cette boîte à mitraille comme aux autres.

d) Projectile exactement semblable au précédent, mais dont le culot, de mêmes dimensions d'ailleurs, est en cuivre.

Le tir fut d'abord exécuté à 320 mètres (150 sagènes); on se réservait, si les résultats n'étaient pas décisifs, de faire de nouvelles expériences à 213 et à 426 mètres (100 et 200 sagènes). Il était connu, par les recherches faites à l'étranger, qu'il ne fallait pas compter sur un effet pratique du tir à mitraille à 250 sagènes (533 mètres).

Le but était une cible de 9 pieds ($2^m,74$) de haut sur 58 ($17^m,6$) de long, divisée par des lignes horizontales et verticales en rectangles de 3 pieds ($0^m,91$) de haut sur 2 de large ($0^m,60$).

Pour déterminer la hausse, on faisait avec chacun des modèles un tir d'essai de quelques coups et on mit ainsi hors de doute que des variations de la hausse, pourvu qu'elles soient comprises entre de certaines limites, n'exercent pour ainsi dire pas d'influence sur les résultats du tir à mitraille.

Les résultats des tirs sont indiqués dans le tableau suivant :

Canon léger en acier.

Espèce de boîte à mitraille.	Modèle prussien à 76 balles.	Le même avec soufre fondu et 69 balles.	Modèle autrichien à 120 balles.	Le même sauf que le culot est en cuivre.
Nombre de coups. . . .	18	12	18	12
Nombre moyen d'atteintes par coup	16 1/2	11 3/4	12	14 3/4

En outre, dans la troisième partie des expériences, la batterie de l'École Michel tira, à Krasnoïé-Célo, 16 coups à la distance de 150 sagènes (320 mètres) avec le canon de

cavalerie en acier. Les résultats de cette expérience concordent suffisamment avec ceux de la première séance. Le nombre moyen d'atteintes calculé pour l'ensemble des 34 coups fut de 15 $\frac{3}{4}$.

Le nombre des coups de cette série n'est pas assez grand pour donner lieu à une conclusion définitive sur la valeur relative des systèmes en essai, mais les résultats montrent pourtant que l'addition du soufre fondu dans le modèle prussien ne présente pas d'avantages et que, pour le modèle autrichien, la substitution au culot en zinc d'un autre plus résistant, en cuivre, procure, dans la pratique, l'amélioration que la théorie faisait prévoir. D'ailleurs, ces tirs ont permis de reconnaître que la boîte à mitraille autrichienne ne produit pas de meilleurs effets que la prussienne. Comme la fabrication de cette dernière est plus simple et que le système d'artillerie russe est voisin du système prussien, il fut décidé qu'on ne poursuivrait pas les expériences sur la boîte à mitraille autrichienne.

II.

Pour ne pas retarder la fabrication des boîtes à mitraille du canon léger et du canon de cavalerie récemment adoptés, on se résolut à employer les balles qui avaient servi dans la première partie des expériences. Pour le canon de batterie, on devait prendre le même système de boîte à mitraille et déterminer à la suite d'essais le meilleur diamètre des balles : on reconnaîtrait de cette façon s'il y avait lieu de conserver les balles adoptées d'abord pour la boîte à mitraille légère ou s'il fallait entreprendre la recherche de balles donnant de meilleurs résultats.

On tira dans cette deuxième série les boîtes à mitraille suivantes, qui étaient toutes ramenées au poids de l'obus de batterie :

a) Boîte absolument semblable à la boîte à mitraille légère, même nombre de balles et mêmes dispositions : le diamètre des balles, augmenté en proportion du calibre de

la bouche à feu, était porté à $32^{mm},5$, leur poids était de 124 grammes.

b) Boîte à mitraille avec 96 balles de 29 millimètres de diamètre, pesant 90 grammes. Les balles étaient placées sur 8 couches de 12 balles chacune, soit 9 balles à la périphérie et 3 au milieu. C'est donc la même disposition que dans la boîte à mitraille autrichienne et, par suite, 3 des balles ne sont pas exactement maintenues.

c) Boîte à mitraille avec 171 balles de $23^{mm},6$ de diamètre, pesant 50 grammes; les balles placées sur 9 couches de $19^{mm},12$ à la périphérie, 6 sur un cercle intérieur et 1 au centre. Avec cette disposition, les balles sont parfaitement maintenues.

Le jeu horizontal laissé à quelques-unes des balles du chargement *b* faisait prévoir que la gerbe d'éclatement serait trop ouverte et que l'effet de la boîte à mitraille en serait amoindri. On décida donc de faire un premier tir comparatif à 150 sagènes (320 mètres), afin d'éliminer la boîte à 96 balles dans les expériences ultérieures, si cette crainte était reconnue fondée. C'est ce qui arriva, et il ne resta plus en présence que la boîte à 76 grosses balles et celle à 171 petites. Dans le premier tir, cette dernière s'était montrée supérieure à l'autre, qui avait donné des résultats fort supérieurs à ceux de la boîte à mitraille légère, dont les balles étaient pourtant plus petites. Les balles de $23^{mm},6$ du modèle *c* devaient conserver leur supériorité dans les tirs aux distances inférieures, mais il était à présumer qu'il pourrait n'en être pas de même aux distances de 200 et 250 sagènes (426 et 533 mètres).

Les résultats des tirs sur une cible de 9 pieds ($2^{m},74$) de haut sur 25 archines de largeur ($17^{m},78$) sont indiqués dans le tableau ci-après.

La supériorité des grosses balles à 250 sagènes, telle qu'elle a été démontrée par ces tirs, n'a pas d'importance sérieuse, car le tir à mitraille à pareille distance est si insuffisant qu'il faut presque y renoncer en principe. La supé-

riorité des petites balles est tellement considérable aux petites distances, qu'elle motive assurément l'adoption de ces balles pour la boîte à mitraille de batterie.

Canon de batterie en acier.

Distance en sagènes		100	150	200	250
Distance en mètres		213	320	426	533
Nombre de coups tirés	Boîte à mitraille à 76 balles	8	17	10	12
	Boîte à mitraille à 171 balles	10	19	10	10
Nombre moyen d'atteintes par coup	Boîte à mitraille à 76 balles	$24^1/_2$	$17^3/_4$	$9^1/_2$	7
	Boîte à mitraille à 171 balles	$43^1/_4$	25	$9^1/_2$	$4^1/_2$

Mais il y avait une anomalie évidente à prendre des balles de $23^{mm},6$ et des balles de 26 millimètres pour la boîte à mitraille légère ; on était donc conduit à faire de nouvelles expériences sur cette dernière, et, comme les tirs précédents avaient prouvé la nécessité d'avoir un chargement absolument compacte, on aurait été obligé de prendre des balles assez petites pour pouvoir former des couches de 19, tellement petites, par conséquent, en raison du faible calibre de la bouche à feu, qu'*à priori* il était inutile de tenter l'expérience.

Il fallait donc chercher un dispositif particulier, soit :

1° Former la couronne extérieure de chaque couche de 6 balles jointives au moins, et de 12 au plus, en remplissant le centre avec une balle plus grosse maintenant exactement toutes celles de la périphérie ;

2° Mettre, à l'intérieur de la couronne de balles, d'autres balles de même diamètre et remplir les vides au moyen de baguettes de bois dans toute la longueur de la boîte à mitraille.

Ce second procédé avait l'avantage important de n'exiger que des balles d'un seul calibre et de permettre d'en

loger un plus grand nombre. On devait donc naturellement commencer les expériences avec ce dispositif et ne recourir au premier que si les résultats obtenus étaient insuffisants. On désirait d'ailleurs essayer les balles adoptées pour la boîte à mitraille de batterie : en prenant, pour les segments intérieurs de l'enveloppe de la boîte légère, du zinc de 5 à 6 points d'épaisseur ($1^{mm},2$ à $1^{mm},5$), il devenait possible de loger 7 balles de ce calibre dans la couronne extérieure ; on en mettait une au milieu et on obtenait un chargement très solide en plaçant sur les côtés de la file centrale de balles, 4 baguettes de bois. La boîte contenait ainsi 102 balles, soit 13 couronnes circulaires en comprenant 91 et une file centrale de 11. On voulut encore essayer des balles de moindre diamètre ($19^{mm},8$, poids $28^{gr},5$) : 15 couches circulaires de 9 balles et 2 files centrales de 13, total 161 balles, maintenues solidement avec deux baguettes de bois.

Un premier tir d'essai à 150 sagènes (320 mètres) montra que ces deux systèmes étaient admissibles et qu'on pouvait continuer les expériences comparatives. Les résultats furent analogues à ceux qu'avaient donnés les balles de 26 millimètres et l'on ne remarqua aucune particularité dans la répartition des atteintes sur la cible.

On poursuivit donc les expériences à 100 et à 200 sagènes. La cible, sur 9 pieds ($2^{m},74$) de haut, avait, cette fois, 50 archines (35 mètres) de longueur pour pouvoir apprécier complétement à sa juste valeur la dispersion latérale et déterminer la loi de répartition des atteintes.

Le tableau de la page suivante donne les résultats obtenus.

Par suite du peu d'effet produit par les boîtes à mitraille chargées avec les balles de $19^{mm},8$ à 200 sagènes, on ne poursuivit pas l'essai des boîtes à mitraille qui les contenaient. La supériorité des balles de $23^{mm},6$ sur celles de 26 millimètres à 100 sagènes paraît avoir plus d'importance pratique que leur infériorité à 250 sagènes, car,

Canon léger en acier.

DISTANCE.	Diamètre des balles . . . . en pouces. Diamètre des balles . . . . en millim.	0,78 19,8	0,93 23,6	1,03 26
200 sagènes (426m).	Nombre des coups	20	20	20
	Nombre moyen des atteintes par coup. .	7,5	12,3	15,4
	Nombre moyen par coup des balles ayant rebondi sur la cible (des empreintes) .	7	2,8	1,5
100 sagènes (213m).	Nombre des coups	»	10	10
	Nombre moyen d'atteintes par coup . .	»	33,6	24,7
	Nombre moyen par coup des balles ayant rebondi sur la cible	»	0,6	1,1

à cette dernière distance, on ne peut compter sur un effet décisif ni avec les unes, ni avec les autres. Si l'on doit ouvrir le feu à 200 sagènes contre une troupe qui veut enlever la batterie de vive force, les résultats seront d'abord à peu près également insignifiants avec les deux systèmes de boîtes à mitraille, mais, à mesure que l'ennemi se rapprochera, la supériorité des balles de 23mm,6 ira en augmentant. En outre, c'est ce calibre de balles qui est employé avec le canon de batterie.

Pour ces motifs, on a adopté définitivement, pour le chargement de la boîte à mitraille légère, 102 balles de 23mm,6.

III.

La détermination des règles à suivre dans le tir à mitraille pouvait se faire en partie à l'aide des expériences précédentes, mais, pour avoir des données plus complètes, la batterie de l'École d'artillerie Michel fut chargée d'exécuter des tirs, au polygone de Krasnoïé-Célo, avec le canon de cavalerie en acier, dont on ne s'était pas encore servi dans le cours des expériences.

Le but était formé de 2 cibles perpendiculaires à la ligne de tir, à 50 sagènes (106 mètres) l'une de l'autre, et la bouche à feu fut placée successivement à 100, 150 et 200 sagènes (213, 320 et 426 mètres) de la première cible. On pensait que la distance des deux cibles était assez grande pour que les balles destinées à frapper la seconde ne fussent pas arrêtées par la première : à chaque coup, on pouvait donc étudier l'effet du tir à deux distances à la fois, différant l'une de l'autre de 50 sagènes. Les cibles avaient 9 pieds (2^m,74) de haut et 42 archines (29^m,87) de long.

On avait déjà reconnu que le tir à mitraille ne pouvait pas comporter des règles aussi précises que le tir des obus et des shrapnels ; pour établir des règles approchées, on n'avait pas besoin d'un grand nombre d'observations dans chaque cas. Mais on décida de faire varier les hausses à chaque distance et d'aller même, à 200 sagènes, jusqu'à une hauteur de hausse telle que pas une des balles ne touchât le sol en avant des cibles. La nature du sol permettait d'apercevoir très facilement les ricochets, et on vit qu'à 200 sagènes (426 mètres), avec une hausse de 45^{mm},7 (18 lignes), une salve de deux pièces donnait seulement 2 ricochets en avant de la cible, ricochets qui devaient provenir, non de balles, mais de fragments de l'enveloppe. Ce fut donc la hausse maximum employée dans cette série d'expériences.

Les résultats de ce tir sont résumés dans le tableau ci-après ; ils conduisirent aux conclusions et aux règles suivantes :

A 200 sagènes, si l'on prend 18 lignes (45^{mm},7) de hausse, pas une seule balle ne ricoche en avant de la cible, un petit nombre frappe le but de plein fouet, la plus grande partie passe par-dessus. Si l'on réduit la hausse à 13 lignes (33 millimètres), le nombre des atteintes dans la cible augmente : outre les balles qui arrivent de plein fouet, il y en a beaucoup qui frappent par ricochet. Si le sol est dur et uni, le nombre des atteintes ne varie presque pas lors-

Canon de cavalerie en acier.

NOMBRE de coups tirés.	HAUSSE.		PREMIÈRE CIBLE.		SECONDE CIBLE.	
	lignes.	mill.	Distance.	Nombre moyen d'atteintes par coup.	Distance.	Nombre moyen d'atteintes par coup.
4	»	»	100 sag. (213 mèt.)	32 1/2	150 sag. (320 mèt.)	19 3/4
4	5	12,7		20 1/2		20 1/2
2	3	7,6	150 sag. (320 mèt.)	17 1/2	200 sag. (426 mèt.)	13
2	7	17,8		18		13
2	9	22,9		15		13
2	11	27,9		18 1/2		10 1/2
2	13	33,0		12 1/2		6
5	8	20,3	200 sag. (426 mèt.)	8 1/2	250 sag. (533 mèt.)	5
4	10	25,4		13 1/4		8 3/4
2	11	27,9		10		10 1/2
3	12	30,5		22 2/3		6 1/3
2	13	33,0		14		7 1/2
4	14	35,5		6		5 3/4
2	15	38,1		6 1/2		5
2	18	45,7		6 1/2		5

que la hausse décroît successivement de 13 à 10 lignes (25^{mm},4); au-dessous de cette dernière limite, les effets sur la cible diminuent sensiblement; même avec la hausse de 8 lignes (20^{mm},32), il y a encore des balles qui passent par-dessus le but, et, sur un terrain uni et ferme, on produit plus d'atteintes qu'avec la hausse de 15 lignes; si, au contraire, la nature du sol est défavorable au ricochet, on obtient de très-faibles résultats avec une faible hausse. Dans ce dernier cas, la hausse à adopter est 13 lignes (33 millimètres). Si le terrain est propice au ricochet, il faut prendre 10 lignes (25^{mm},4) de hausse.

A 150 sagènes, on peut faire varier la hausse de 0 à 15 lignes sans que la gerbe cesse de rencontrer le sol aussi bien en arrière qu'en avant du but. Si le terrain est favorable au ricochet, le nombre d'atteintes est à peu près le

même pour toutes les valeurs de la hausse comprises entre 3 et 11 lignes : la hausse à prendre est alors 3 ou 5 lignes ($7^{mm},6$ à $12^{mm},7$); lorsque le terrain ne se prête pas au ricochet, il vaut mieux tirer avec 7 ou 8 lignes de hausse ($17^{mm},8$ ou $20^{mm},3$).

A 100 sagènes, en terrain ferme et plan, le mieux est de laisser la hausse à zéro. Si l'on ne peut compter sur le ricochet des balles, comme cela est arrivé à Volkovoïé-Polé dans le tir sur un terrain boueux, il est avantageux de prendre 3 à 5 lignes de hausse ($7^{m},6$ à $12^{m},7$.)

On peut poser comme règle générale pour le tir à mitraille qu'il est inutile de chercher à pointer exactement et qu'une erreur de hausse de 5^{mm} en plus ou en moins n'a pas d'importance.

Tous les tirs des diverses bouches à feu russes de campagne (canon léger, de cavalerie et de batterie) ont donné à peu près des résultats identiques et conduisent à formuler les règles générales suivantes pour toute l'artillerie de campagne russe :

Dans le tir à mitraille, il faut, avant tout, faire un feu rapide et n'attacher aucune importance à l'exactitude rigoureuse du pointage en direction. On ne doit pas toucher à la hausse : en deçà de 100 sagènes, on pointe par le cran de mire de la hausse poussée à fond. Si la distance est de 200 sagènes environ, on place deux doigts de champ au-dessus de la hausse et l'on pointe en rasant le doigt supérieur. Aux distances intermédiaires, on ne met qu'un doigt.

Chaque pointeur devra s'exercer, en temps de paix, sous la direction de son chef de section, à ce mode de pointage et acquérir l'habitude de placer ses doigts, sans hésiter, suivant la distance du but.

IV.

Le relevé figuratif des résultats était reporté à chaque coup sur un papier quadrillé représentant les cibles. On peut ainsi reporter sur le papier : 1° les résultats des

coups de toutes les séries tirés dans les mêmes conditions; 2° les résultats se rapportant à chacun des canons essayés; 3° les résultats obtenus avec chaque modèle de boîte à mitraille; 4° les résultats généraux de tous les tirs, pour tous les canons, tous les modèles des boîtes à mitraille et toutes les distances.

L'examen des relevés figuratifs semble montrer un groupement des grosses balles vers le centre de la cible, mais il faut éliminer les résultats obtenus avec les petites balles de $19^{mm},8$ qui se dispersent trop et donnent des atteintes à peu près également réparties sur toute la surface de la cible, avec les dimensions des cibles employées, le groupement vers le centre n'existe du reste d'une façon certaine pour les balles plus grosses que si la distance n'est pas trop grande.

Afin d'étudier ce groupement, on fit un tir à la distance de 100 sagènes sur une cible de 50 archines ($35^{m},5$) de longueur, divisée en 10 bandes verticales égales. Il dut passer très peu de balles à droite et à gauche de la cible, car les bandes extrêmes ne reçurent presque pas d'atteintes. On releva le rapport du nombre des atteintes reçues par chaque bande au nombre total des atteintes de la cible, et on prit la moyenne des rapports obtenus pour les bandes symétriquement placées deux à deux relativement à la ligne de tir. Le tableau de la page 386 permet de comparer les chiffres ainsi obtenus aux chiffres qui résulteraient, d'après le calcul des probabilités, de la loi de répartition des écarts accidentels, en admettant la probabilité que ces écarts ne dépassent pas les dimensions de la cible, soit 0,997 ou à peu près 1.

Dans les conditions où les expériences étaient faites, il n'a pas été possible de relever une différence appréciable dans le groupement des atteintes suivant le modèle de boîte à mitraille ou la grosseur des balles employées, ni même suivant la distance. Cette différence aurait pu être constatée en prolongeant les tirs et en employant des cibles

Numéros des bandes de la cible en allant du centre à l'extrémité		1	2	3	4	5
Rapport du nombre des atteintes reçues par chaque bande au nombre total des atteintes dans la cible	D'après les résultats du tir à 100 sag.	0,218	0,120	0,092	0,049	0,021
	D'après la loi des écarts accidentels	0,225	0,160	0,079	0,028	0,007

démesurément longues aux grandes distances. Néanmoins, on peut dire que, dans les limites de la pratique, la loi de dispersion horizontale des balles est celle des écarts accidentels.

La dispersion verticale est évidemment en rapport avec la dispersion latérale, et, dans la pratique, il est clair que cette dispersion, beaucoup plus grande que celle des balles des shrapnels, est trop forte, et qu'il y aurait avantage à la réduire. Le ricochet des balles sur le sol augmente le nombre des atteintes dans le bas de la cible : en faisant le relevé de l'ensemble des résultats des 288 coups tirés, on a observé que le tiers inférieur des cibles avait reçu 38 °/₀ du total des atteintes, le tiers central 34 °/₀ et le tiers supérieur 28 °/₀.

Traduit par A. Méert,
Capitaine d'artillerie.

RÉGLAGE DU TIR

DES

PROJECTILES DE CAMPAGNE

ARMÉS DE FUSÉES A TEMPS.

Il n'y a encore aucune méthode réglementaire pour régler le tir des projectiles de campagne armés de fusées à temps. Dans une note en date du 19 mai 1880, le Cours pratique de tir de Bourges a résumé la marche provisoire à suivre dans les écoles à feu pour le réglage du tir fusant. On doit essayer comparativement dans certaines écoles une autre méthode proposée, le 22 septembre 1879, par le commandant Rovel, alors chef d'escadron au 33e régiment d'artillerie. (*N. de la R.*)

1° — NOTE RÉSUMANT LA MARCHE PROVISOIRE A SUIVRE DANS LE RÉGLAGE DU TIR FUSANT.

(Cours pratique de tir d'artillerie de Bourges.)

1° Régler préalablement la hausse en faisant fonctionner les fusées comme percutantes, c'est-à-dire sans déboucher aucun évent.

2° Ce réglage obtenu dans les conditions que le capitaine a fixées d'après la nature de l'objectif et du terrain, passer au tir fusant pour quatre pièces seulement, en faisant continuer le tir percutant par une section des ailes (1).

3° Le lieutenant, chef de cette section, commande le feu de ses deux pièces, observe les points de chute et

(1) Ce procédé a l'avantage de ne pas interrompre le feu, de permettre d'améliorer la hausse, s'il y a lieu, et de suivre l'ennemi, s'il vient à se déplacer.

A cause du petit nombre de fusées à double effet mises à la disposition des troupes pour les écoles à feu, la conservation du tir percutant par une section pourrait ne pas être employée dans les polygones.

informe le capitaine du résultat de ses observations, si elles lui paraissent de nature à entraîner une modification de la hausse.

4° Faire déboucher par les deux autres sections l'évent correspondant à la hausse déterminée par le réglage préalable, et indiquer, s'il y a lieu, les modifications à faire subir à cette hausse.

Tirer quatre coups avec cet évent, soit par pièce, soit plutôt en feu de salve, et observer la hauteur des points d'éclatement.

5° Modifier l'évent d'après les résultats obtenus et en raison de la nature de l'objectif, comme il sera expliqué plus bas.

Procéder ainsi, soit par pièce, soit par feux de salve, jusqu'à ce que l'évent soit réglé.

6° Quand on juge l'évent réglé, faire prendre aux six pièces la hausse et l'évent du tir fusant, et conduire le feu avec la rapidité que les circonstances exigent.

Continuer à observer les hauteurs des points d'éclatement fusants et le sens des écarts en portée des points d'éclatement percutants, pour améliorer, soit la hausse, soit l'évent, s'il est nécessaire.

7° S'il y a lieu de faire des corrections parallèles pour transporter le tir fusant sur une troupe plus éloignée ou plus rapprochée d'une quantité connue, se rappeler que, dans toute l'étendue des tables de tir, 1 dixième de seconde correspond sensiblement à 1 millimètre de hausse.

8° Pour régler l'évent, s'y prendre de la manière suivante :

Si les quatre coups tirés avec le même évent donnent des hauteurs d'éclatement trop considérables ou sont percutants tous les quatre, faire varier progressivement la durée de 2 dixièmes de seconde en 2 dixièmes de seconde jusqu'à ce que les hauteurs d'éclatement deviennent bonnes ou jusqu'à ce que l'on ait à la fois des coups fusants et des

coups percutants. Dans ce dernier cas, si la proportion voulue de coups percutants est dépassée, procéder par diminutions de 1 dixième de seconde.

9° Les règles précédentes étant admises, il y a lieu de considérer trois cas principaux suivant la nature du but à battre.

10° S'il s'agit d'un objectif vertical découvert et sans profondeur (troupes debout, ligne de bouches à feu sans avant-train, etc....) :

régler le tir percutant à quatre coups courts sur six;

conserver la hausse ainsi obtenue en passant au tir fusant;

chercher à avoir les éclatements aussi bas que possible, sans dépasser la proportion d'un coup percutant sur quatre.

11° Dans le cas d'un objectif non masqué et occupant une certaine profondeur (troupes couchées, batteries en position avec leurs avant-trains, etc....):

régler le tir percutant à trois coups courts sur six contre la première ligne ;

augmenter la hausse ainsi obtenue de 1 millimètre pour exécuter le tir fusant;

rechercher une hauteur moyenne d'éclatement comprise entre 3 mètres et 4 mètres, sans dépasser la proportion d'un coup percutant sur six.

12° Enfin, si l'objectif est couvert par un obstacle quelconque, tel qu'une crête, un pli de terrain, des épaulements rapides, des tranchées-abris, etc.... :

régler le tir percutant sur la crête couvrante à trois coups courts sur six ;

augmenter la hausse ainsi obtenue de $1^{mm},5$ pour passer au tir fusant;

rechercher une hauteur moyenne d'éclatement de 4 mètres à 5 mètres au-dessus de la crête couvrante, sans dépasser la proportion d'un coup percutant sur six, tous les coups qui éclatent au delà de la crête sans être vus, étant comptés comme percutants.

[illegible]st absolument nécessaire, lorsqu'une batterie exécute [illegible]ur la première fois le tir fusant, d'apprendre aux che[illegible] le pièce à préparer l'évent et à le percer. Le capitaine [illegible]oit faire faire cette opération sous ses yeux, pour les six pièces, avant la première salve ; c'est la seule manière [illegible] se mettre en garde contre des débouchages incomplets, qui entraveraient toute méthode de réglage.

2°. — NOTE DE M. LE COMMANDANT ROVEL POUR LE RÉGLAGE DU TIR DES [illegible] DE FUSÉES A TEMPS.

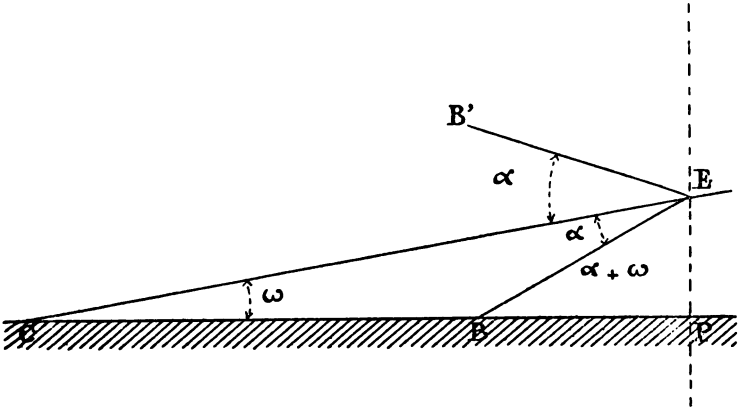
Considérations générales. — La gerbe d'éclatement d'un projectile faisant explos[illegible]en l'air est souvent assimilée, dans son contour extern[illegible], à une surface conique ayant son sommet au projecti[illegible]on axe dirigé à peu près suivant la tangente à la trajectoi[illegible]e. Sans discuter la justesse de cette assimilation, je [illegible]dmettrai dans ce qui va suivre, comme la plupart de ceux qui s'en servent, à titre d'analogie faisant image et pour la seule commodité du langage. C'est donc sous cette réserve qu'il m'arrivera quelquefois d'employer les expressions purement conventionnelles de « *gerbe inférieure, gerbe supérieure, noyau* », etc....

L'examen attentif du tir permet de constater que la partie la plus dense, la plus nourrie et par conséquent la plus meurtrière de la gerbe est la *nappe inférieure*. C'est donc cette nappe inférieure qu'il importe surtout de faire arriver sur l'objectif (ou sur le premier élément de l'objectif, quand il a une certaine profondeur).

L'objet principal du réglage doit être, en conséquence, de combiner la trajectoire moyenne et l'intervalle d'éclatement moyen de façon à assurer ce résultat, sinon mathématiquement, ce qui n'est jamais au pouvoir du tireur, au moins avec un degré de probabilité rationnellement calculé.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le croquis ci-dessous d'une trajectoire EC avec sa gerbe d'éclatement BEB', pour voir comment l'analyse des données de la question peut conduire à une solution satisfaisante, et pour déduire, ensuite, quelques règles générales de tir.

La ligne EB représente la génératrice de la gerbe inférieure, faisant avec la tangente à la trajectoire (fictive) EC, un angle α égal à l'ouverture observée de ladite gerbe. Pour réaliser la condition stipulée plus haut, il



faut que le point B, où la nappe inférieure rencontre le sol, tombe précisément au but (ou sur son premier élément). Ce serait là, qu'on me permette l'expression, le *coup idéal*. Dans cette hypothèse idéale de la fixité de la trajectoire, il resterait, pour savoir de combien le point de chute C doit être au delà du but, à s'assigner la hauteur EP d'éclatement que l'on estimerait la plus convenable. Il y aurait, pour se fixer cette hauteur d'éclatement, un certain arbitraire dont on va voir que la réalité, c'est-à-dire les variations mêmes du tir, ont l'avantage d'affranchir le tireur.

Si l'on observe, en effet, que EC représente la trajectoire moyenne, que la moitié des points de chute fictifs se trouve, par conséquent, soit en deçà, soit au delà du point C, on voit immédiatement que le résultat le plus désirable, le plus avantageux à atteindre est le suivant :

nnée la trajectoire moyenne suivant EC, ménager, sa branche descendante, le point d'éclatement telle sorte qu'aucune trajectoire plus courte, parmi ces qui sont possibles avec la même hausse (50 p. 1 et avec la même durée de fusée, ne donne d'éclaten t à terre (ou percutant). Les éléments balistiques du r fournissent, sans peine, la solution. Il suffit, pour cela, que la distance qui sépare le point de chute moyen C de la projection P du point d'éclatement, soit égale à *quatre fois l'écart probable*.

Avec ces deux conditions :

1° faire arriver sur le but, la nappe inférieure de la gerbe d'éclatement (trajectoire moyenne) ;

2° maintenir entre le point d'éclatement et le point de chute (fictif) moyen un intervalle de quatre écarts probables,

le réglage du tir à fusée fusante cesse d'être un problème indéterminé ; il se résout par la manipulation de quelques formules élémentaires, dans lesquelles entrent les données balistiques habituelles : Angles de chute ω, ouverture des gerbes d'éclatement, ϵ etc.... (Voir la note justificative à la fin.)

Mais la question n'aurait reçu ainsi qu'une solution purement spéculative, si les résultats ne pouvaient se traduire en données extrêmement simples et faciles à retenir. En faisant les calculs indiqués, avec une sage application des lois d'approximation, on s'assure, heureusement, que cet objectif pratique est absolument réalisable.

Je donne ici un spécimen des règles auxquelles j'ai été conduit pour le canon de 90. Comme nos trois canons de campagne ne diffèrent point assez pour faire surgir des écarts notables d'un canon à l'autre, ces règles peuvent s'appliquer à toutes les pièces de campagne, sans autres modifications que celles qui résultent de l'application même ou de la force des choses.

Règles théoriques pour le tir des obus de campagne, armés de fusées à temps.

De 1000^m à 2500^m.
- Hausse supérieure à la distance du but, de *trois* écarts probables.
- Durée correspondante à celle de la trajectoire diminuée de quatre écarts probables.

Résultats.
- Hauteur d'éclatement : de 3^m à 5^m.
- Intervalle d'éclatement : de 5^m à 10^m.

De 2500^m à 3500^m.
- Hausse supérieure à la distance du but, de *trois* écarts probables.
- Durée comme ci-dessus.

Résultats.
- Hauteur d'éclatement : de 5^m à 10^m.
- Intervalle d'éclatement : de 10^m à 20^m.

De 3500^m à 5000^m.
- Hausse supérieure à la distance du but, de *deux* écarts probables.
- Durée comme ci-dessus.

Résultats.
- Hauteur d'éclatement : de 10^m à 20^m.
- Intervalle d'éclatement : de 20^m à 30^m.

N. B. Criterium de tir. — On doit avoir au plus 4 ou 5 éclatements percutants p. 100 (à moins d'irrégularités trop grandes dans les durées, ce qui rejetterait la question dans les nuages).

Les hauteurs d'éclatement doivent être toutes comprises entre 2 mètres et 20 mètres (plus ou moins suivant la région de tir).

On remarquera que ces règles n'ont rien de compliqué ou de difficile à réaliser.

Pour la durée de fusée, c'est toujours la distance inférieure à la trajectoire (fictive) moyenne de quatre écarts probables, soit environ 40 mètres en nombre fixe et rond. Quant à la trajectoire même, nos canons actuels permettent certainement de la régimer assez exactement, pour qu'on puisse réaliser les postulatums indiqués.

Les hauteurs et intervalles d'éclatement sont donnés à titre de renseignements confirmatifs ou de criterium de tir.

Conclusion pratique. — La traduction pratique des règles théoriques posées précédemment, peut se formuler, à son tour, par une règle pratique dont je présente ici un essai :

Règle pratique pour le tir des obus de campagne, armés de fusées à temps.

A. *Recherche de la hausse d'essai.* — 1° Chercher la première hausse d'essai par la méthode réglementaire; en employant la fusée comme percutante, et en poussant la fourchette jusqu'au huitième de tour de manivelle.

2° Prendre pour les premiers coups fusants (de 4 à 6) :

Pour hausse. — Celle du dernier coup court augmentée de un quart de manivelle.

Pour durée. — La durée correspondante à la trajectoire ci-dessus diminuée de :

0s,1 (au moins) dans la région de 1 000 mètres à 2 500 mètres ;

0s,2 (au moins) dans la région de 2 500 mètres à 3 500 mètres ;

0s,3 (au moins) dans la région de 3 500 mètres à 5 000 mètres.

B. *Fixation de la hausse.* — Les résultats obtenus par les premiers coups fusants se rangent dans une des trois catégories suivantes :

1° Tous les coups ont éclaté en l'air :

Il faut que la hauteur moyenne d'éclatement ne dépasse pas. . . . .
- 10 mètres, région de 1 000 mètres à 2 500 mètres.
- 15 mètres, région de 2 500 mètres à 3 500 mètres.
- 25 mètres, région de 3 500 mètres à 5 000 mètres.

Sinon, augmenter la durée par dixièmes de seconde, sans rien changer à la hausse.

2° Un seul coup a éclaté à terre :

Le tir est réglé. — Fixer la hausse et la durée.

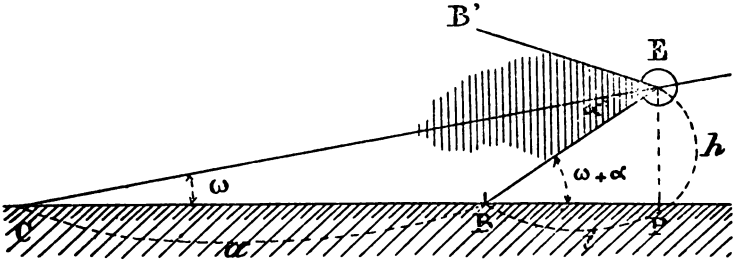
3° Plusieurs coups ont éclaté à terre :

Si tous les coups percutants sont courts, augmenter la hausse sans modifier la durée ;

Si tous les coups percutants sont longs ou à hauteur, diminuer la durée par dixièmes de seconde.

Observation générale. — Dans le réglage de la hausse, et en cas de doute, donner la préférence aux fortes hausses, c'est-à-dire aux portées *certainement* supérieures à la distance de l'objectif. Dans le réglage de la durée, appliquer le procédé inverse, c'est-à-dire, donner la préférence aux durées *certainement* courtes. Cette méthode a l'avantage de faire perdre moins de coups fusants, sans autre inconvénient que de conduire à des hauteurs d'éclatement relativement considérables, circonstance qui diminuera généralement fort peu les effets du tir.

Note justificative. — Je présente ici la formule à l'aide de laquelle, en se plaçant dans les conditions indiquées au cours de la note, on peut calculer les éléments du tir qu'il importe de connaître et dont j'ai déduit les règles indiquées :



B. But. — EC. Branche finale de la trajectoire. — E. Point d'éclatement. — B'EB. Projection de la gerbe sur le plan de tir. — C. Point de chute moyen (fictif). — B. Rencontre de la nappe inférieure avec le sol. — *a*. Excès de la portée sur la distance du but. — *h*. Hauteur d'éclatement. — *i*. Intervalle d'éclatement. — α. Demi-ouverture de la gerbe (18°). — ω. Angle de chute. — *e*. Écart probable. — (C. P. = 4 *e*).

On a :

$$CB = 4e\left(1 - \frac{\operatorname{tg}\omega}{\operatorname{tg}(\omega+\alpha)}\right) = a$$

$$EP = 4e \operatorname{tg}\omega = h$$

$$BP = 4e\frac{\operatorname{tg}\omega}{\operatorname{tg}(\omega+\alpha)} = i$$

En appliquant à l'échelle des distances en deçà de 5000 mètres, on trouve (en chiffres ronds)[1] :

	a	h	i
1500	30^m	3^m	6^m
2000	29	3	8
2500	30	5	10
3000	29	7	13
3500	30	10	17
4000	31	13	20
4500	32	17	24
5000	34	24	30

[1] Je prends la demi-ouverture de la gerbe égale en moyenne à 18° (tangente de $^1/_3$), parce que ce chiffre est le résultat d'un grand nombre d'observations personnelles d'accord, en ceci, avec celles des Commissions d'expériences.

DESCRIPTION

DES

PRINCIPALES EXPÉRIENCES

EXÉCUTÉES EN SUISSE

EN 1877 ET 1878

Canon de campagne de 8c,4 (1).

La pièce de 8c,4 en bronze modèle 1871-1874, qui a été considérée à bon droit pendant quelque temps comme la meilleure pièce de campagne en service en Europe, a cependant été dépassée au point de vue balistique par les nouveaux canons adoptés depuis 1873 en Allemagne et en Autriche, et plus tard par les canons français de 80, 90 et 95mm. Il devint donc nécessaire de faire des recherches pour adopter une pièce légère plus puissante, et le gouvernement suisse commanda à l'usine Krupp un canon de 8c,4 en acier, qui fut reçu en février 1877 par la commission chargée de l'examiner.

Les expériences portèrent sur les points suivants :

Recherche de la vitesse initiale et de la vitesse restante à 500 mètres.

Détermination de l'angle de projection.

Détermination des pressions dans la chambre au moyen de l'appareil Rodman.

Tir à obus lestés aux distances de 530, 1 000, 1 900, 2 600, 3 000, 3 600 et 4 000 mètres. Détermination de la trajectoire et de la justesse du tir.

Effets d'éclatement des projectiles à double paroi tirés sur des panneaux en bois.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 535.

Tir comparatif de l'obus de 2,8 calibres et de celui de 2,5 calibres.

Nous allons analyser les résultats obtenus :

L'obus de 2,5 calibres, pesant $6^k,1$, fut tiré à la charge de 1 400 grammes de poudre pebble.

La vitesse était de $451^m,8$ à 40 mètres de la bouche, ce qui donne 458 mètres comme vitesse initiale.

Cette vitesse a varié de $1^m,16$ en moyenne pour 10 coups ; ses valeurs extrêmes différaient de $5^m,6$.

Les observations relatives à l'angle de projection ont accusé un angle de relèvement de 0°27′ et une déviation à droite de 0°5′.

Les pressions intérieures ont été observées au moyen d'un appareil Rodman disposé dans le coin de fermeture. Elles ont varié, avec la poudre à gros grains, entre 1 500 et 1 670 atmosphères. On a pu s'assurer que la poudre réglementaire n° 5 (1) ne pouvait convenir pour des pièces de cette nature, car avec cette poudre, les pressions atteignaient en moyenne 1 940 atmosphères et en même temps, les vitesses initiales étaient considérablement moindres qu'avec la poudre à gros grains. En effet, la pression minimum atteinte avec la poudre n° 5 était de 1 860 atmosphères, la pression maximum de 2 080, la vitesse à 40 mètres de la bouche était de $405^m,5$, tandis que la poudre à gros grains donnait 451 mètres.

La vitesse restante à 500 mètres, mesurée avec le chronographe Le Boulengé, donna $391^m,8$ comme moyenne de 8 coups. Les variations de cette vitesse étaient de $1^m,15$ en moyenne, les vitesses extrêmes différaient de $2^m,8$.

Les recherches sur la détermination des hausses, la durée du trajet aux différentes distances, la justesse du tir, furent commencées en février 1877 par la commission d'expériences, et complétées plus tard dans plusieurs écoles. Elles ont été résumées dans le tableau suivant donné à l'école des officiers dans le cours de balistique.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. II, p. 409.

DISTANCE.	ANGLE de tir.	ANGLE de dérive.	ANGLE de chute.	DURÉE du trajet.	VITESSE restante.	ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	ÉCARTS MOYENS en hauteur.	OBSERVATIONS.
mètres.	degrés.	degrés.	degrés.	secondes.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	
500	0°48′	»	0°52′	1,13	390	10	0,17	0,16	Poids du mètre cube d'air, 1k,184. Poids du projectile par centimètre carré de section, 106gr.
1 000	1°45′	0° 1′	2° 4′	2,55	343	10,1	0,39	0,37	
1 500	2°52′	0° 3′	3°37′	4,10	308	10,2	0,67	0,64	
2 000	4°11′	0° 4′	5°32′	5,82	282	10,4	1,02	0,99	
2 500	5°42′	0° 6′	7°50′	7,70	262	10,8	1,45	1,46	
3 000	7°24′	0° 9′	10°30′	9,73	246	11,5	1,97	2,13	
3 500	9°19′	0°11′	13°32′	11,90	232	12,7	2,59	3,14	
4 000	11°28′	0°14′	16°55′	14,20	220	14,7	3,32	4,70	
4 500	13°52′	0°18′	»	16,62	»	»	»	»	

que, comme précision, ce canon de 8c,4 atteint et (même les canons de 8c,8 prussien et de 8c,7 autrich Il était intéressant pour la Suisse de savoir jusqu'à q l point on pourrait utiliser dans ces nouveaux canons cier les projectiles de 5k,6, à enveloppe de plomb tire dans les canons de 8c,4 en bronze avec la charge de 40 grammes de poudre n° 5. Le tir comparatif à 1500 et à 000 mètres des deux genres d'obus, a montré que l'ar n projectile donnait une trajectoire beaucoup moins te e, quoique la justesse fût très-bonne.

		ANCE 1 500m.		DISTANCE 3 000m.	
			Ancien projectile.	Nouveau projectile.	Ancien projectile.
Portée moyenne.	mètres.	1 535	1 528	3 140	2 943
Hausse	degrés.	2°25'	3°40'	7°42'	9°10'
Dérive	id.	0° 5'	0°10'	0°15'	0°31'
Écart moyen en portée. .	mètres.	10	9,8	19,4	18,7
Écart moyen en direction	id.	0,82	1,2	3,5	2,7
Dispersion en portée. . .	id.	42	37	69	79
— en haut. sur les pann.	id.	3,9	3,2	•	•

En ce qui concerne l'obus allongé de 2,8 calibres, on se contenta du tir aux deux distances de 3 000 et de 4 000 mètres.

Poids de l'obus		6k,55
Poids de la charge de poudre à gros grains.		1 ,40
Hausse	7°14'	10°52'
Portée moyenne	3 064m	3 963m
Écart moyen en portée.	15 ,8	17
Écart moyen en direction.	1 ,4	2 ,8
Dispersion en portée.	69	69
Dispersion en direction.	7	15 ,3

Devant ces résultats, on résolut de s'en tenir aux obus de 2,5 calibres, d'autant plus qu'on n'aurait pu, sans une dépense considérable, aménager les coffres pour recevoir les obus allongés.

On tira ensuite des obus à double parois chargés en guerre et munis de la fusée percutante Krupp[1]. A 1 000 mètres, chaque projectile donna en moyenne 33 atteintes sur des cibles représentant de la cavalerie; à 1 500 mètres, on obtint 22 atteintes par obus. Ces résultats, peu satisfaisants, étaient dus à l'insuffisance de la charge intérieure qui n'était que de 200 grammes de poudre n° 4 ou poudre à fusil.

Il arrivait souvent que la tête seule de l'obus était brisée, on pointa alors sur les mêmes cibles en tirant des obus à anneaux du système Uchatius et l'on obtint 67 atteintes par projectile à 1 200 mètres et 36 atteintes à 1 865 mètres. Dans le courant de l'année 1878, on fit des recherches sur les effets produits par les obus à anneaux tirés soit avec des fusées percutantes, soit avec des fusées à temps aussi bien en terrain varié qu'en terrain plat.

En terrain varié, on obtint 31 atteintes par projectile à 1 400 mètres en employant la fusée percutante, tandis que l'on n'eut que 16 atteintes à la même distance en employant la fusée à temps. Cette différence était due en partie à ce que, dans le tir à fusée percutante, un grand nombre des éclats touchaient le deuxième panneau après avoir traversé le premier. Ce fait ne pouvait se produire avec la fusée fusante.

En terrain plat, et à 1 400 mètres, on eut 53 atteintes par projectile avec la fusée percutante et 29 atteintes avec la fusée à temps.

Dans ces expériences, on put constater que, pour obtenir un résultat notable, il fallait un intervalle d'éclatement assez faible, car la dispersion des éclats était considérable.

Comme nous l'avons dit, les anciens obus à enveloppe de plomb des canons de 8c,4 en bronze, peuvent être employés dans le canon Krupp en acier de même calibre; mais il n'en est pas ainsi des shrapnels modèle 1874, qui donnèrent 40 p. 100 d'éclatements dans l'âme lorsqu'on

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIII, p. 301.

l[illegible]c le nouveau canon. On fut donc conduit à rechercher un nouveau modèle de shrapnel, et en novembre 1878, on tira comparativement deux modèles : l'un sans diaphragme et l'autre avec diaphragme. Le premier contenait 92 balles de 22 grammes en plomb durci et pesait 5k,9, le second contenait 75 balles semblables et pesait 5k,760.

On tira sur un but composé de 3 panneaux placés l'un derrière l'autre et ayant 30 mètres de long sur 2m,70 de haut. Ce tir comparatif fut exécuté avec le canon de bronze-acier nouvellement construit (1) dont il sera question plus [illegible]. Le [illegible] projectile, tiré à la charge de 1 200 [illegible] pour [illegible]le, donna en moyenne 67 atteintes par coup [illegible]es. Le second projectile, bien [illegible] nombre de balles, donna, dans les [illegible]tions, 91 atteintes bien réparties sur toute la longueur des panneaux.

Les shrapnels à diaphragme semblèrent donc préférables; on continua les expériences avec des shrapnels à diaphragme en fer forgé, tirés dans les canons d'acier de 8c,4 pour comparer les effets produits avec ceux du shrapnel réglementaire. On construisit avec le plus grand soin des shrapnels réglementaires contenant 130 balles et on les tira à 1 000 mètres avec 840 grammes de poudre; ils donnèrent en moyenne 144 atteintes par coup. Une augmentation progressive de la charge jusqu'à 1 400 grammes ne changea pas sensiblement ce résultat.

L'Autriche, qui s'est servi du bronze-acier non-seulement pour ses pièces de campagne et de montagne, mais aussi pour ses pièces de siége et de place, a suffisamment mis en lumière les qualités de ce métal, pour que la Suisse ait suivi la construction de ces pièces avec la plus grande attention.

Le premier essai de coulage en coquille d'un canon de

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 538.

8c,4 en bronze, échoua. On dut procéder à une seconde coulée qui ne réussit pas mieux que la première, car on constata quelques fissures dans le métal qui, après compression, fut déclaré impropre au service.

La troisième coulée réussit mieux, la coquille avait été modifiée de manière que le refroidissement eût lieu d'une façon plus homogène; la culasse avait été placée en haut, et était surmontée d'une masselotte. Bien qu'après l'introduction du premier mandrin d'acier, on eût trouvé un défaut en un certain point de la pièce coulée, on continua le mandrinage de façon à porter le calibre primitif de 79mm jusqu'au calibre normal de 84mm. L'épaisseur du canon ainsi obtenu était juste celle du canon de bronze réglementaire. L'analyse chimique avait donné :

Cuivre	91,54 p. 100
Étain.	8,52 p. 100
	100,06

On donna à la chambre de cette pièce les mêmes dimensions que celles du canon de 8c,4 en acier n° 364 de Witten expérimenté en 1876 et 1877, de manière qu'elle pût recevoir une charge de poudre n° 5 allant jusqu'à 1 400 grammes au lieu de 840.

Dans le courant de l'été et de l'automne 1878, on tira avec cette pièce 517 coups, savoir :

128 à la charge de 840 gr. de poudre n° 5.
379 à la charge de 1 200 gr. de poudre pebble de Rottweil.
10 à la charge de 1 400 gr. de poudre — —

Jusqu'au 200e coup, il ne se produisit aucun dégât pendant tout ce tir; on dut seulement remplacer le grain de lumière.

Les projectiles employés étaient garnis d'enveloppes de plomb et pesaient 5k,6.

On continua les expériences en tirant des obus à ceinture de cuivre qui pesaient 6k,1.

Avec la charge de 1 200 grammes de poudre pebble, et

le projectile à enveloppe de plomb du poids de $5^k,6$, on obtint la vitesse initiale de 450 mètres.

Le tableau ci-contre donne les résultats du tir.

DISTANCE.	ANGLE de tir.	ANGLE d chute.	DURÉE du trajet.	VITESSE restante.
mètres.	degrés.	degrés.	secondes.	mètres.
500	0°54′	1°	1,28	366
1 000	1°60′	2°22′	2,73	325
1 500	3°15′	4°4′	4,35	294
2 000	4°12′	6°7′	6,15	269
2 500	6°21′	8°36′	8,12	248
3 000	8°12′	11°29′	10,28	230
3 500	10°19′	14°58′	12,63	214
4 000	12°13′	18°50′	15,18	200
4 500	15°28′	»	17,90	»

On reconnut que cette pièce n'était pas inférieure au canon Krupp en acier qui tirait, à 1400 grammes, un obus pesant $6^k,1$, c'est-à-dire 106 grammes par centimètre carré de section, tandis que l'obus réglementaire ne pèse que 98 grammes par centimètre carré de section.

Canon de montagne de $7^c,5$ [1].

Les anciens obusiers lisses de montagne de 12^c, qui tiraient un obus de 4 kil., à la charge de 270 grammes, avaient été refondus et transformés en pièces de $8^c,5$ se chargeant par la bouche. Ces pièces avaient 6 rayures dont l'inclinaison était de 5°53′, avaient une longueur de $1^m,08$ et pesaient 103 kil.; elles tiraient un obus cylindro-ogival de $3^k,920$, armé d'une fusée percutante, à la charge de 296 grammes. Bien que très-supérieures aux canons lisses qu'elles avaient remplacés, ces bouches à feu étaient devenues de plus en plus insuffisantes, en face des progrès réalisés dans le tir des armes portatives.

La plupart des puissances étrangères, notamment l'Au-

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. X, p. 500.

triche, la Russie et l'Italie, s'étaient efforcées d'améliorer leur matériel de montagne, et l'usine Krupp avait fait de sérieuses études dans ce sens. Aussi, la Suisse commanda-t-elle à la maison Krupp une pièce de montagne qui fut expérimentée à Thoune, en février 1877. L'acier, en raison de sa grande résistance sous un faible poids, était le métal qui convenait le mieux à la construction d'une pièce de montagne qui fût à la fois légère et d'une grande puissance. Le calibre fut réduit à 75^{mm}, la longueur d'âme fut fixée à $0^{m},975$, et le canon pesait 105 kil., y compris la fermeture de culasse. Le projectile pesait $4^{k},2$ et la charge 400 grammes.

Les expériences qui eurent lieu en février 1877 avaient pour but :

1° La recherche de la vitesse initiale et de la vitesse restante à 500 mètres;

2° La détermination de la trajectoire de l'obus lesté et le tir de justesse à 6 distances comprises entre 500 et 3 100 mètres;

3° Le tir de l'obus à double paroi chargé en guerre à 1 000 et à 1 500 mètres.

La vitesse initiale trouvée fut 274 mètres, et l'angle de relèvement de 28′. Le tableau suivant donne les résultats obtenus :

DISTANCE.	ANGLE de tir.	ANGLE de chute.	ZONE contenant 50 p. 100 des atteintes.		VITESSE restante.
			Hauteur.	Largeur.	
mètres.	degrés.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.
500	1° 8′	2°10′	0,32	0,16	261
1 000	3°23′	4°39′	0,60	0,40	230
1 500	5°52′	7°50′	1,00	0,60	208
2 000	8°33′	10°44′	1,80	0,90	186
3 000	14°48′	19°33′	7,30	2,10	»

En comparant cette pièce Krupp avec notre ancienne pièce de montagne se chargeant par la bouche, on voit

épasse de beaucoup et que la puissance de la pre st plus grande à 1 000 mètres que celle de la secon 00.

Le Krupp a une trajectoire beaucoup plus tendue, on peu voir en considérant les zones dangereuses à différe distances, lorsqu'on donne au but 1m,80 de hauteur.

DISTANCE.	ZONES DANGEREUSES.		DIFFÉRENCE en faveur du canon Krupp.
	Canon réglementaire de 8c,4.	Canon Krupp de 7c,5.	
mètres.	mètres.	mètres.	pour cent.
500	35	47,6	36
1 000	15	22,1	47
1 500	9	13,1	45
2 000	5	9,5	90

La puissance des effets produits par le canon Krupp est toujours supérieure à celle du canon de montagne modèle 1864. A 500 mètres, elle est double, à 1 000 elle est quintuple, et à 1 500 mètres, sept fois plus grande.

La forme du projectile, son poids par centimètre carré de section, sont tels qu'il conserve bien mieux sa vitesse et que sa force vive est beaucoup plus considérable que celle de l'ancien obus.

On expérimenta ensuite les obus à double paroi en tirant sur des cibles représentant de la cavalerie. On obtint :

20 atteintes par coup, à. . . . 1 000 mètres
5 — — à. . . . 1 500 —

résultat tout à fait insuffisant, qui était dû à ce que l'enveloppe extérieure ne s'emboîtait pas exactement sur le noyau.

On essaya alors les obus à anneaux Uchatius, armés de la fusée percutante Krupp, qui donnèrent :

56 atteintes par coup, à. . . . 1 000 mètres
31 — — à. . . . 1 500 —

contre les mêmes cibles.

On fit aussi un tir comparatif entre les obus à anneaux armés de fusées percutantes et les mêmes projectiles armés de fusées à temps. Le terrain sur lequel se trouvaient les cibles était fort accidenté et coupé par un grand nombre de fossés. La nature même de ce terrain diminua beaucoup le nombre des atteintes, et l'on obtint, à 1 400 mètres :

Avec l'obus à fusée percutante. . 11 éclats par coup.
— à temps . . . 13 —

Dans un second tir comparatif sur un sol moins défavorable, on obtint, à la même distance :

Avec l'obus à fusée percutante. 34 atteintes par coup.
— à temps . . 21 —

Devant ces résultats, la commission résolut d'adopter la fusée percutante pour le projectile de montagne.

Le 18 juin 1877, le Conseil fédéral vota les crédits nécessaires pour la construction de 18 canons Krupp de 7c,5, montés sur affûts et approvisionnés de munitions dans des caisses nouveau modèle. Ces dernières devaient être aménagées de façon à pouvoir s'ouvrir sur le côté sans décharger le mulet, ce qui permet d'en sortir plus aisément les munitions. En même temps, on proposait un grand nombre de modifications à la pièce et à son affût, savoir :

1° Placer le grain de lumière à la partie supérieure du canon ;

2° Placer l'anse en arrière et au-dessous du canon;

3° Remplacer le canal de lumière traversant obliquement le coin de fermeture par un grain de lumière ;

4° Diminuer le poids de la fermeture de culasse ;

5° Modifier la forme de la manivelle :

6° Aménager le système de pointage comme dans l'affût de 10c de campagne ;

7° Placer une cheville à la tête d'affût ;

8° Modifier la queue d'affût de façon à pouvoir y fixer la limonière ;

9° Mettre une poignée à la tête d'affût ;

10° Fixer les armements au moyen de chevilles au lieu de courroies;

11° Réunir les armements de petite dimension dans un sac de cuir qu'on fixera sur le mulet qui porte les roues.

On dut aussi modifier les bâts d'affût et de pièce pour mieux y fixer les fardeaux qu'ils sont destinés à porter et les empêcher de glisser en avant ou en arrière.

Les deux batteries de montagne furent prêtes en automne 1878 et furent soumises à des épreuves de marche qui donnèrent de bons résultats.

Tirs d'épreuve.

Dans le rapport de 1876, on avait fait mention des expériences de tir exécutées avec le canon de 8c,4 en bronze, n° 50, mais ces expériences n'avaient pu être terminées.

On les reprit et on tira, avec cette pièce n° 50, 10 coups à la charge de 1 550 grammes et un projectile à enveloppe de plomb qui pesait 8k,5.

La pièce ne subit que des altérations insignifiantes, le diamètre de la chambre avait été un peu augmenté, sans toutefois que la résistance de la pièce pût en souffrir.

Un autre canon, n° 110, du même modèle, dont le métal présentait quelques défauts vers le cône de raccordement, fut également expérimenté. On tira 10 coups à la charge de 1 000 grammes avec un projectile de 5k,6, puis 10 coups à la charge de 1 200 grammes, après lesquels on put apercevoir de légères fissures sur la surface externe. Le diamètre de la chambre s'était légèrement agrandi, un peu moins toutefois que celles du canon n° 50 dans les expériences précédentes. On tira ensuite 1 coup à la charge de 1 550 grammes avec l'obus réglementaire, ce qui agrandit notablement le diamètre de l'âme et donna naissance à deux grandes fissures du côté droit et une petite du côté gauche. A l'intérieur, une fissure de 3 millimètres régnait sur toute la génératrice supérieure de la chambre. On en

voyait une plus petite à la partie inférieure. Le métal de cette pièce était plus aigre que celui de la pièce n° 50.

La commission résolut de cesser les expériences avec le canon n° 50 et de les continuer avec le n° 110 qui, après quelques coups, fut complétement fissuré et se brisa.

Un canon d'acier de 10c présentait, à 1 centimètre en avant du canal de lumière, un défaut qui ressemblait à une fissure. On tira d'abord 5 coups à la charge de 1 250 grammes de poudre n° 5 avec un projectile de 9k,25, puis 5 coups à 1 700 grammes avec le même projectile, et enfin 5 coups à 1 250 grammes avec un obus de 12 kil. La pièce n'a subi aucune altération, la chambre a été alésée à un diamètre un peu plus grand et sert aux expériences de tir à charge renforcée.

Toutes ces expériences montrent que le bronze de nos pièces de 8c,4 est doué d'une grande résistance et que ceux même qui semblent présenter quelques légers défauts, offrent toutes les garanties nécessaires contre l'éclatement lorsqu'on les tire à charge réglementaire.

Canons de position (1).

On avait déjà entamé, en 1875, des pourparlers avec la maison Krupp au sujet de la création, pour l'artillerie suisse, de pièces de position qui fussent à hauteur des progrès actuels, car il était bien entendu que les canons de position de 10c et de 12c transformés de 1867 à 1869, ne constituaient qu'un matériel provisoire. On fit la commande d'un canon de 15c et d'un autre de 12c en acier fondu, et comme il n'y avait pas en Suisse de champ de tir où l'on pût les essayer, la commission d'expériences se transporta au champ de tir de Dulmen appartenant à la maison Krupp. Elle rapporta les renseignements suivants sur les deux pièces :

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 539.

TABLEAU.

Données principales.

		12c	15c
Calibre	millim.	120	149,1
Poids de la pièce y compris le mécanisme de fermeture	kil.	1 420	3 000
Prépondérance de culasse	id.	150	200
Rayures — nombre		32	36
Rayures — pas	calibr.	45	45
Poids du projectile chargé	kil.	16,4	31,3
Poids de la charge d'éclatement	id.	1,06	1,98
Poids de la charge (poudre prismat.)	id.	3,25	6,5
Vitesse initiale	mètres.	470	475
Force vive initiale	t.-mèt.	185	349,8

Résultats du tir.

Portée moyenne.	Angle de tir.	Dispersion en hauteur.	Dispersion en direction.	Dispersion en portée.	Écarts moyens en hauteur.	Écarts moyens en direction.	Écarts moyens en portée.
Canon de 12c.							
mètres.	degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
1 083	1°19′	0,90	0,95	27	0,21	0,19	3
1 639	2°33′	2,40	2,70	38	0,52	0,53	7,4
3 578	8°	»	18,5	79	»	3,2	17,5
4 826	14°	»	19	125	»	4,5	23
6 082	22°30′	»	84	53	»	24	15,4
Canon de 15c.							
1 088	1°19′	0,95	0,80	28	0,18	0,19	4,7
1 633	2°23′	1,10	1,55	28	0,29	0,32	4,9
3 553	6°15′	»	11,5	58	»	2,8	12,7
4 877	12°	»	22	85	»	4,8	13,5
6 066	18°	»	25	100	»	7,8	27,2

Ces résultats, excellents par eux-mêmes, sont d'autant plus remarquables que pendant le tir à 3 500, 4 800 et 6 000 mètres, régnait un vent d'orage dont la vitesse variait entre 6 mètres et 12m,50.

La vitesse restante du projectile lancé par le canon Krupp est, à 2 500 mètres, aussi grande que la vitesse initiale donnée par notre ancien canon de 12c, et la jus-

tesse du premier est 5 fois plus grande que celle du second. Ce canon Krupp de 12^c peut bombarder une ville à 8 000 mètres, démolir des ouvrages à 5 000 mètres, et démonter des pièces derrière leur épaulement à 2 500 mètres.

La justesse du canon de 15^c est encore plus grande, et sa puissance est telle qu'on pourra l'employer aux différents tirs cités plus haut à 1 000 mètres plus loin que les canons de 12^c.

A 200 mètres, le projectile de 15^c perce une plaque de 0^m,15 appuyée sur une muraille en bois de chêne.

Depuis peu, l'usine Krupp est parvenue à construire pour cette pièce des shrapnels en acier forgé qui contiennent de 540 à 580 balles en plomb durci et qui donnent à 1 500 mètres, de 700 à 1 000 atteintes par coup sur un but formé de 3 panneaux parallèles ayant 30 mètres de long et 2^m,70 de haut.

On modifia dans les ateliers de Thoune un affût de 15^c pour l'armer d'un canon de 12^c Krupp, et l'on construisit un affût pour canon fretté de 15^c.

On exécuta alors avec le canon de 12^c des expériences de tir indirect qui donnèrent les résultats suivants :

Angle de tir.	20°15′	22°7′
Portée moyenne	6 754^m	7 156^m
Dispersion totale en portée. .	208^m	168^m
Dispersion totale en direction.	19^m	14^m,3

On fit aussi des recherches pour voir jusqu'à quel point on pouvait augmenter la puissance des anciennes pièces de position et de leurs projectiles. Dans cette voie, on fit de nombreuses expériences avec une pièce de 10^c en acier fondu dont la chambre et le cône de raccordement avaient été modifiés de manière à recevoir un obus de 10^k,7 proposé par le lieutenant-colonel Fornerod, qu'on devait tirer à la charge de 1 500 grammes de poudre n° 5.

L'enveloppe du projectile était formée d'un alliage de 94 p. 100 de plomb et 6 p. 100 d'antimoine.

Trois profils différents de l'enveloppe avaient été proposés, le profil n° 2 fut reconnu le meilleur et l'on s'en servit pour continuer les expériences de tir à la charge de 1 750 grammes de poudre pebble.

On adapta à deux canons de 12^{c}, l'un en acier fondu, l'autre en bronze, la fermeture à coin avec anneau Broadwell modifié, et l'on construisit des tables pour le tir de l'obus ordinaire à la charge de 1 500 grammes au lieu de 1 060. Ces tables ont montré que la tension de la trajectoire s'était augmentée.

Pour rendre plus grands les effets du shrapnel de 12^{c}, on remplaça les balles de zinc qu'il contenait par des balles en plomb durci. Le poids du projectile était ainsi porté de 13^{k},15 à 15^{k},5; la charge de 1 750 grammes de poudre n° 5 lui donnait une vitesse initiale de 355 mètres. On expérimenta en même temps la fusée à étages Rubin-Fornerod qui donna d'excellents résultats à 2 100 et 3 600 mètres.

On tira le canon court de 15^{c} se chargeant par la culasse, avec 500 grammes de poudre, puis avec 2 kil. et 2^{k},5. — Une série d'expériences furent faites avec le même canon pour essayer diverses fusées percutantes qu'on reconnut insuffisantes aux faibles charges, sauf la fusée Fornerod-Rubin qui donnait d'aussi bons résultats à la charge de 500 grammes qu'à celle de 2 kil. Cette fusée d'ailleurs avait très-bien fonctionnée dans un tir à 7 000 mètres, exécuté avec le canon de 12^{c} Krupp fretté.

Le tir à shrapnels du canon court de 15^{c} donna des résultats moins satisfaisants à 1 200 et 1 400 mètres. Ces projectiles renfermaient 270 à 285 balles de zinc pesant 25 grammes, ils étaient armés de la fusée fusante ordinaire, leur poids était de 29^{k},7 et la charge de 2 kil. Les cibles représentant de la cavalerie, étaient disposées sur un terrain très défavorable, et l'on n'obtint que 32 atteintes par coup en moyenne.

Il a paru avantageux de se servir des pièces de position

pour lancer des obus incendiaires. On expérimenta quelques obus réglementaires de 12c remplis de la matière inflammable dont on se sert habituellement et qui se compose de :

Colophane	40	dissous dans l'alcool.
Poix.	20	
Soufre	40	
Salpêtre	80	
Pulvérin	80	
Poudre en grains. . . .	40	
Chanvre haché.	3	

Les obus contenaient 1k,8 de cette matière et étaient armés de fusées fusantes. Ils brûlaient pendant 1 minute et demie ou 2 minutes, mais la moitié de ceux qu'on expérimenta ne s'enflammèrent point, aussi renonça-t-on à poursuivre ces essais.

Dans le courant des deux années 1877 et 1878, on a établi un nouvel affût pour les canons de 12c de position et pour les canons frettés de 15c. On s'était donné le programme suivant :

Augmenter la longueur de l'essieu de l'affût de 15c et lui donner 1m,53.

Construire des marchepieds mobiles.

Modifier l'appareil de pointage pour permettre le tir sous l'angle de 35°.

Ajouter des sus-bandes.

Diminuer la largeur de la queue de l'affût et l'amener à 50 centimètres.

Diminuer le nombre des rivets.

Amener le poids de l'affût à 1 810 kil., y compris les roues et les sabots d'enrayage.

Les roues pèsent 450 kil.

Fusées.

Pour perfectionner les fusées réglementaires (1), on cons-

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. II, p. 188.

truisit, dans le courant de 1878, deux modèles de fusées modifiées qu'on soumit tant à la commission d'expériences qu'à l'École des officiers. Dans l'un de ces modèles, le lieutenant-colonel Gressly avait cherché à éviter une déviation du ressort au moyen d'un épaulement établi dans le corps de fusée. Dans l'autre modèle, le lieutenant-colonel Stahl avait cherché, en allongeant le pas de vis de la fusée, à éviter les ratés fréquents qui se produisent par suite du dévissage de cette dernière.

Les expériences montrèrent que le second modèle de fusée n'empêchait pas les ratés, tandis que le premier en donne seulement 2 p. 100. On résolut de continuer les essais, avec la fusée Gressly, pendant les écoles à feu de 1879.

Cette fusée (fig. 1) diffère de l'ancien modèle par les points suivants :

Le disque-écrou est fileté à l'extérieur et vissé dans

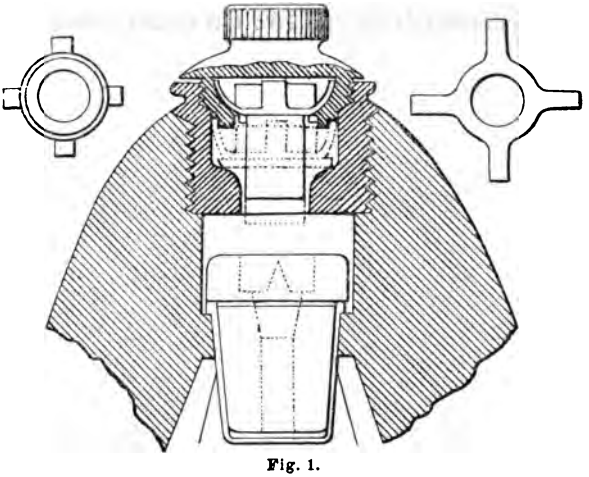


Fig. 1.

l'œil de l'obus ; à l'intérieur, il présente une cavité en haut de laquelle on a taraudé quelques filets dans lesquels se visse le bouchon. La partie inférieure de ce disque-écrou porte une ouverture circulaire par laquelle doit passer la

masselotte. Le boulon est creux, il renferme dans sa cavité rétrécie par le bas, la tête de la masselotte qui est retenue par un ressort d'acier formant une croix à quatre branches. Le corps de la masselotte passe dans un trou circulaire pratiqué au centre du ressort qui la maintient hors de l'atteinte du percuteur.

Lorsque le coup part, la masselotte tendant à rester en place, les branches du ressort se rapprochent autour de la tête de cette masselotte, et le tout passe à travers l'ouverture du couvercle. Dès que la masselotte est passée, les branches du ressort deviennent libres, s'écartent, viennent s'appliquer contre les parois du compartiment inférieur du disque-écrou et se calent entre ces parois et l'épaulement inférieur du couvercle. De cette manière la masselotte est fixée dans sa nouvelle position, et lorsque le projectile rencontre un obstacle, le percuteur vient buter contre la base de cette masselotte qui dépasse le disque-écrou de 3 millimètres.

On a aussi repris, en 1877, les expériences sur la fusée à double effet modifiée du colonel Romberg, et l'on constata qu'elle fonctionnait très bien et ne donnait plus que 4,4 p. 100 de ratés. Cette fusée est établie sur le même principe que celle qui a été proposée il y a quelques années par le même inventeur [1], mais elle présente sur cette dernière certains avantages qui l'ont rendue pratique et qui sont dus à quelques perfectionnements que nous allons signaler.

La nouvelle fusée (fig. 2) comprend le corps de fusée A en acier Bessemer étamé, le régulateur B en alliage d'étain et d'antimoine ou en bronze, ainsi que le disque-écrou C.

Le corps de fusée forme un tube central *t* dont la partie médiane contient le percuteur *p* supporté par 2 vis de suspension en cuivre, et dont la partie inférieure qui contient la chambre à poudre P, est filetée extérieurement pour être vissée dans l'œil du projectile.

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. II, p. 193.

A mi-hauteur du tube central se trouve le plateau du corps de fusée sur lequel débouche le canal *h* rempli de

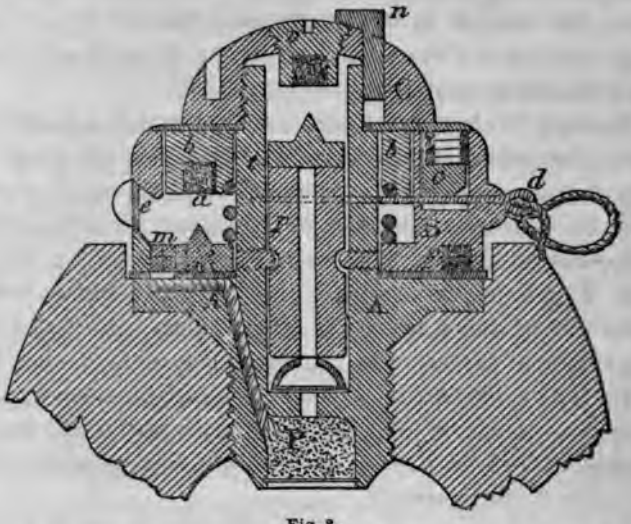


Fig. 2.

brins de mèche qui assurent la communication entre le régulateur et la chambre à poudre.

Système fusant. — Le système fusant est constitué par une colonne de composition fusante placée dans un canal annulaire interrompu par un massif métallique *m*. Lorsque le projectile est poussé en avant, le percuteur *b* (fig. 3) du système fusant tend à rester en place, en raison de l'inertie ; il aplatit le ressort spiral qui le soutient ; l'amorce *a* contenue dans le mentonnet du percuteur se précipite sur la pointe fixée vis-à-vis d'elle et met le feu à la colonne fusante qui brûle jusqu'à ce que le point de contact de cette co-

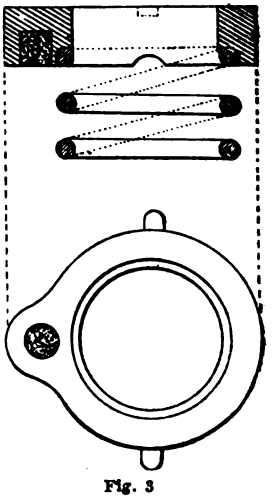


Fig. 3

lonne avec l'ouverture du canal *h* communique le feu à la mèche et de là à la chambre à poudre P et à la charge intérieure du projectile. On fait varier ce point de contact en faisant tourner le régulateur, de façon à donner la longueur voulue à la portion de colonne fusante comprise entre le massif *m* et le point du contact.

Système percutant.—Cette partie de la fusée est constituée par le percuteur *p* (fig. 4) qui est un tube creux armé d'une pointe et maintenu par les vis de suspension à distance de l'amorce que contient le bouchon-amorce *v* situé au sommet du disque-écrou.

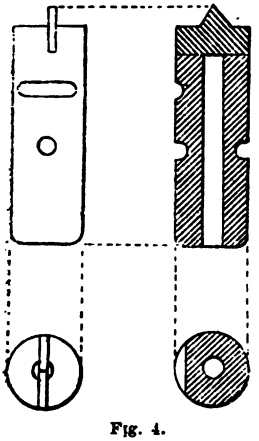


Fig. 4.

Au moment du départ, les 2 vis de suspension sont brisées, le percuteur aplatit la coupelle de plomb placée sous son culot et reste au fond de son logement jusqu'à ce que le projectile rencontre un obstacle. Le percuteur se précipite alors en avant et sa pointe frappe l'amorce dont le feu se communique par le canal intérieur jusqu'à la chambre à poudre P.

Une tige de sûreté *d* traverse le régulateur et le tube *t* ; elle passe au-dessous du percuteur *b* et s'engage dans l'encoche latérale du percuteur *p*. Elle empêche ainsi les accidents pendant les transports ; on la retire au moment de charger. Pour éviter que le feu de l'amorce *a* ou de la colonne fusante *f* ne se communique à l'amorce du bouchon *v* par le trou de la tige de sûreté, on a disposé dans le régulateur un obturateur métallique *o* au-dessous duquel passe la tige *d* lorsqu'elle est en place. Lorsqu'on retire la tige de sûreté, un ressort à boudin presse contre l'obturateur et vient le placer en face du trou de cette tige pour le fermer.

La prise de feu prématurée de la colonne fusante et l'in-

fluence de l'humidité ne sont plus à craindre, car on a disposé au-dessous de la colonne fusante une mince feuille d'étain. D'autre part, la prise de feu est assurée, car les gaz de l'amorce ne peuvent sortir de l'évent du régulateur qu'après avoir acquis une certaine pression, suffisante pour chasser la petite plaque d'étain *e* qui ferme cet évent.

Le corps de fusée a été construit en acier Bessemer étamé pour pouvoir résister aux chocs sans se déformer. Lorsqu'on veut que la fusée agisse par le système percutant seul, on tourne le régulateur de manière à placer le massif *m* au-dessus de l'ouverture du canal *h*, qui se trouve ainsi bouché.

Poudres.

La poudrerie fédérale a fait, pour être expérimentée en 1878, une poudre pebble fabriquée aux meules et semblable à la poudre allemande, sauf cette différence que la poudre de Rottweil compte 300 grains pour 100 grammes, tandis que celle de Worblaufen en compte 500 pour le même poids.

Cette dernière a une densité gravimétrique de 960 à 969 et est fabriquée avec du charbon d'aune.

		CHARGE.	VITESSE à 40m.
		grammes.	mètres.
Poudre de Rottweil	avec le canon de 8c,4	840	358
		890	372
		940	383
Poudre de Worblaufen.	avec le canon de 8c,4	840	367
		890	379
		940	392
	avec le canon de 10c.	1 060	346
		1 110	355
		1 160	366

Il était intéressant de comparer les effets de cette poudre avec ceux de la poudre réglementaire n° 5, et de détermi-

ner les vitesses initiales qu'elles pouvaient donner dans les mêmes circonstances.

Les expériences furent faites avec les canons en bronze de 8c,4 et de 10c; les vitesses furent prises à 40 mètres de la bouche.

D'après le tableau précédent, on voit que la poudre à grains plus fins de Worblaufen a donné de meilleurs résultats. Cependant, il faut remarquer qu'une charge de 940 grammes avec le canon de 8c,4 et une de 1 160 avec le canon de 10c ne permettent pas d'atteindre les vitesses initiales données par la poudre n° 5 à la charge réglementaire de 840 grammes dans le premier cas et de 1 060 dans le second.

Harnachement.

En ce qui concerne le harnachement, on fit des expériences comparatives avec les harnais à collier et les harnais à bricole, sans pouvoir marquer entre les deux systèmes une différence assez notable pour pouvoir prendre une décision. Les attelages à collier se sont montrés supérieurs dans les mauvais terrains et par les temps de pluie. Dans ces circonstances, les chevaux enlèvent plus facilement la charge avec des colliers.

Les expériences ont dû être reprises en grand pendant l'année 1879.

(*Zeitschrift für die schweizerische Artillerie.*)

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Études sur la tactique de l'artillerie de campagne, par A. von Schell, lieutenant-colonel et chef de l'état-major général de l'inspection générale de l'artillerie prussienne. Traduit de l'allemand par C. Capette, major d'artillerie belge. Paris, Dumaine, 1880.

Le nom bien connu du colonel von Schell, et la position élevée qu'il occupe actuellement dans l'artillerie prussienne, appellent tout naturellement l'attention sur cet ouvrage. Il a été traduit dans toutes les langues, et l'édition française est une des dernières qui aient paru. Déjà, l'année passée, un de nos camarades en avait entrepris la traduction *in extenso*, que nous espérions pouvoir donner dans la *Revue*, malheureusement l'auteur, qui s'était engagé vis-à-vis d'un officier belge, n'a pas cru pouvoir autoriser cette publication.

L'ouvrage allemand a paru en trois fascicules :

Le premier, daté du mois de février 1877, contient la première partie :

L'Artillerie dans le combat d'une division d'infanterie.

Le second fascicule, paru en janvier 1878, comprend les IIe et IIIe parties :

L'Artillerie dans le combat du corps d'armée et des armées.

Le troisième, publié en décembre 1878, comprend les IVe et V^e^ parties :

L'Artillerie à cheval, dans le combat de la division de cavalerie indépendante; les *conclusions*;

Plus une annexe relative à l'*instruction dans les tirs.*

Dans chacun de ces cas particuliers, le colonel von Schell étudie d'abord le rôle que doit jouer l'artillerie dans l'attaque, la défense ou la retraite, et arrive à conclure que presque toujours il y a avantage à employer l'artillerie en masse ; il passe ensuite aux devoirs du commandant de l'artillerie et insiste tout particulièrement sur

le choix de la position d'où l'artillerie doit ouvrir le feu et sur la façon dont il faut gagner et occuper ensuite ladite position.

« Autrefois, dit-il dans ses conclusions, le commandant de l'artillerie n'intervenait dans le combat que « d'une manière secrète, pour ainsi dire mystérieuse ; « cette façon de procéder a heureusement fait son temps. « Aujourd'hui, le commandant d'un groupe divisionnaire « (*Abtheilung*) est dispensé de la malheureuse obligation « d'aller offrir ses services ; il est restitué à sa troupe, et « il reçoit des ordres du général en chef, tout comme les « commandants des autres armes. Le général est obligé « de s'expliquer aussi clairement sur le rôle de l'artillerie « que sur celui de l'infanterie et de la cavalerie ; c'est « précisément dans cette obligation que nous reconnaissons le progrès le plus heureux qui ait été fait vers un « usage rationnel de notre arme. L'artillerie doit aussi « avoir sa *direction propre*; il faut que *les ordres lui soient* « *communiqués* comme aux autres armes : nous faisons « d'autant plus volontiers ressortir cette nécessité, que « nous y voyons la meilleure garantie contre tout retour « aux errements d'autrefois, où l'artillerie était abandonnée à elle-même, et où elle n'était considérée que comme « une arme auxiliaire de l'infanterie.

« L'infanterie, la cavalerie comme l'artillerie, ajoute-t-il quelques lignes plus loin, sont des armes auxiliaires dans la main du général en chef ; ce dernier est « la tête qui pense dans ce corps, dont les diverses armes « sont les membres. »

Citons encore les passages principaux qui nous ont le plus frappé dans ces conclusions :

« Dans ce qui précède, nous avons beaucoup insisté « pour que l'artillerie soit toujours *commandée par ses chefs*, « pour que le *groupement* (1) *soit toujours rigoureusement*

(1) Groupes formés soit par l'artillerie divisionnaire (*Abtheilung* de 4 batteries), soit par l'artillerie de corps, qui comprend 3 *Abtheilungen* à 3 batteries.

« *maintenu*, pour que *toutes les batteries d'un même groupe* « *soient autant que possible amenées au feu en même temps*.

« Il est absolument indispensable que la direction pure- « ment technique des feux soit encore remise entre les « mains des commandants de batteries comme auparavant, « mais la conduite tactique des tirs (l'observation de la « marche du combat, la désignation des buts, l'espèce des « projectiles à employer, le contrôle du réglage, etc.) et « la direction des batteries doivent être confiées aux com- « mandants de groupes, ou, le cas échéant, aux généraux « commandant l'artillerie ; c'est le seul moyen d'assu- « rer à ces derniers l'influence si importante qui leur re- « vient, et qui cependant leur a fait défaut jusqu'à présent, « sur la marche générale de l'action ; c'est la seule ma- « nière de porter rapidement et avec sûreté des coups « décisifs.

« Il y a encore des artilleurs qui ne veulent pas admettre « que les batteries d'un même groupe doivent être con- « duites en position *toutes en même temps ;* ils préfèrent « s'en tenir aux principes d'autrefois, et ils trouvent qu'il « vaut mieux amener le groupe au feu par batteries suc- « cessives. Cette manière d'agir est certainement plus « commode pour le commandant du groupe ; elle exige « moins d'habileté dans la conduite de ce dernier; mais au « point de vue tactique, elle est loin de remplir le but à « atteindre. Ce qui semble parler en faveur de l'arrivée « en position par batterie isolée, c'est que chaque batterie « peut mieux tirer parti de la configuration du terrain, « qu'elle peut trouver des emplacements plus avantageux « pour les pièces.

« Quant à nous, nous croyons qu'il vaut mieux tirer « parti des masques naturels que l'on rencontre en quan- « tité, afin de tromper l'ennemi sur le véritable emplace- « ment occupé par les pièces.

« Le commandant du groupe examine, dans son ensem- « ble, la position à occuper ; il ne doit pas se perdre dans

« les détails ; les commandants de batterie doivent uti-
« liser le mieux qu'ils peuvent la configuration du terrain
« sur la position indiquée ; c'est aux chefs de sections et
« de pièces à s'installer commodément dans les empla-
« cements les plus favorables. En cherchant trop à utiliser,
« avec des soins minutieux, la configuration du terrain,
« on court le risque, en cherchant mieux, de ne pas voir
« un emplacement favorable que l'on a sous la main. »

« Il y a des artilleurs qui vont jusqu'à prétendre qu'en
« règle générale il ne faut lancer en avant d'abord qu'*une*
« *seule batterie*, apparemment comme moyen de tâter l'en-
« nemi ; ils veulent la charger également de régler le tir.
« Cela peut paraître fort séduisant aux gens qui examinent
« la question d'une manière toute superficielle, mais au
« point de vue tactique sérieux, on commettrait une grosse
« bévue, qui ferait pâmer d'aise un adversaire expérimenté.
« Car il est certain que ce dernier ne s'y laissera pas pren-
« dre, surtout s'il a déjà assisté à pareille expérience ; il ne
« va pas se laisser entraîner à accabler sous un feu écrasant
« cette seule batterie qui se montre pour régler le tir, et
« croire qu'il ne restera plus personne pour aller commu-
« niquer aux autres batteries qui suivent les résultats du
« réglage, si toutefois celui-ci a pu s'effectuer complète-
« ment. Non, cet adversaire va, au contraire, porter toute
« son attention à voir si d'autres batteries n'arrivent pas se
« placer auprès de celle qui est en action. En voyant cette
« batterie qui vient pour ainsi dire le tâter, il est averti
« que d'autres vont suivre, et, si elles arrivent réellement,
« cet adversaire qui a pu réellement régler son tir, a fort
« beau jeu ; il pourra concentrer son feu sur ces batteries
« au fur et à mesure qu'elles paraissent, et surtout au mo-
« ment où elles se mettent en action.

« Les choses se passent tout autrement quand les batte-
« ries arrivent simultanément en position. D'abord cela
« oblige l'ennemi à éparpiller son feu, les pertes seront donc
« réparties sur un plus grand nombre de pièces, ensuite,

« cela inflige à l'adversaire des pertes plus grandes en un « temps plus court, ce qui nous assure dès le principe une « supériorité tactique réelle sur les batteries opposées.

« Toutefois, afin de prévenir toute interprétation erro- « née, nous ajouterons qu'il ne faut pas déduire de ce qui « précède, que l'on doit toujours renoncer à tirer parti de « la configuration du terrain, quand les batteries entrent « simultanément en position ; nous sommes loin de pré- « tendre qu'elles doivent se mettre en action comme sur « une plaine d'exercice ; encore une fois, la manière judi- « cieuse de procéder tient le juste milieu entre ces deux « extrêmes.

« Le règlement dit que la marche doit se faire d'ordi- « naire, dans les chemins, en colonne par pièces ou par « sections, et en terrain libre à intervalles ouverts. Il pres- « crit aussi qu'il sera encore avantageux de marcher à tra- « vers champs en colonne par pièces, quand le sol est très- « pénétrable ; on ne pourrait guère dans ce cas employer « une autre formation. La règle pour marcher en terrain « libre est donc de former le groupe en colonne de bat- « terie (1) : cette formation est considérée avec raison « comme ayant une souplesse toute particulière, une bat- « terie isolée se forme dans ce même cas, en colonne par « sections. On aura recours à la colonne par sections à « intervalles réduits pour exécuter les mouvements de « flanc, parce qu'elle présente, dans la direction du tir de « l'ennemi, une profondeur moindre que la colonne par « sections à intervalles normaux. Les *déplacements* en front « devront se faire autant que possible en dehors du feu « ennemi, ou tout au moins à couvert ; l'artillerie devra « ensuite arriver en position complètement déployée et en « droite ligne sur le but. »

Traitant la façon de conduire le feu, le colonel von Schell admet que l'on doit commencer par battre et occuper

(1) Chaque batterie est en colonne par sections, à distance entière et à intervalle normal (20 pas = 15 mètres) ; ces diverses colonnes sont à intervalle de déploiement.

l'artillerie ennemie sur toute la ligne ; on assignera donc au feu de chaque groupe une portion particulière des batteries ennemies et généralement la partie qui lui est directement opposée, de façon à éviter les feux croisés. Il serait tout à fait contraire à l'esprit de la lutte d'artillerie, de chercher tout d'abord à démonter une partie de la longue ligne des pièces opposées, laissant les autres parties inoccupées et libres par conséquent d'agir à leur guise contre les batteries. Ce n'est que plus tard que l'on pourra concentrer une partie des feux sur un point déterminé. On prescrira alors de canonner la batterie ennemie qui est la moins bien abritée ; autrement dit, il faut faire d'abord le travail le plus facile. Si l'on voulait procéder d'une autre manière, et diriger le feu en premier lieu contre la batterie la mieux couverte, on y emploierait plus de temps, à cause des effets moindres ; on subirait plus de pertes, à cause du temps plus long mis à éteindre son feu.

Pour bien préciser les différentes phases du combat et pour régler l'emploi de l'artillerie, d'après les principaux moments de l'action, le colonel von Schell partage le champ de bataille en trois zones :

« La première zone commence à l'endroit où l'assail-
« lant arrive dans le champ efficace de l'artillerie, c'est-à-
« dire à environ 2 400 mètres des batteries de la défense.
« Elle s'étend jusqu'à l'endroit où il entre dans le champ
« *très-efficace* de *cette artillerie,* là où *l'infanterie* commence
« à avoir *quelque chance d'atteindre,* soit à environ 1 500
« mètres de la position à défendre.

« Dans cette zone, l'assaillant ne doit craindre, sauf de
« rares exceptions, que des feux d'artillerie ; par conséquent,
« c'est dans cette zone que la lutte d'artillerie aura lieu.

« La deuxième zone s'étend depuis 1 500 mètres jusqu'à
« environ 640 mètres de l'infanterie de la défense, endroit
« où l'assaillant arrive sous le feu efficace et bien ajusté
« des armes portatives.

« Dans cette zone, le défenseur exécute un feu d'artil-
« lerie extrêmement meurtrier et un feu de mousqueterie
« déjà pernicieux. Avant d'engager l'infanterie assaillante
« dans cette zone, on a dû réduire au silence la plus grande
« partie des batteries de la défense ; l'artillerie assaillante
« a dû préparer, par son feu, l'attaque décisive de l'infan-
« terie.

« Enfin, la troisième zone s'étend depuis 640 mètres jus-
« qu'au lieu où les deux adversaires se rencontrent corps
« à corps ; c'est la sphère d'action des feux les plus dange-
« reux, des tirs bien ajustés de l'infanterie de la défense. »

Voici comment le lieutenant-colonel H. Müller (chef de la direction d'artillerie au ministère de la guerre de Prusse), bien connu par les études historiques qu'il a publiées successivement sur l'artillerie de campagne, l'artillerie de siège et l'artillerie de côte, résume [1] les idées émises par le colonel von Schell sur la marche du combat et sur l'emploi de l'artillerie pendant les diverses phases de la lutte.

Ire PARTIE.

L'ARTILLERIE DIVISIONNAIRE DANS LE COMBAT DE LA DIVISION D'INFANTERIE.

Dans l'offensive.

« *Prélude du combat.* — En règle générale, la batterie de l'avant-garde franchit la première zone de combat sans tirer et prend position à 1 500 mètres environ des lignes

[1] *Études sur l'emploi tactique de l'artillerie de campagne,* par le lieutenant-colonel H. Müller, chef de la direction d'artillerie au ministère de la guerre de Prusse. Extrait des *Jahresberichte über die Veränderungen und Fortschritte im Militärwesen,* publiés sous la direction de H. von Löbell, colonel en disponibilité. Mittler et Sohn, Berlin. Traduit de l'allemand, par le capitaine L. Schwartz et le sous-lieutenant F. Cravatte, attachés au dépôt de la guerre de Belgique. Paris, Dumaine, 1880.

Depuis l'année 1875, le colonel Müller s'est chargé de faire dans l'ouvrage du colonel Löbell l'article relatif à l'emploi de l'artillerie en campagne. Il a apporté dans son travail un esprit de suite, d'analyse et de critique remarquable. Aussi, pensant que leurs camarades d'artillerie pourraient y puiser de nombreux renseignements utiles et des sujets d'études variés, deux officiers belges ont traduit tous les articles parus de 1875 à 1878 et en ont formé un petit volume qui vient de paraître chez Dumaine.

avancées de l'infanterie ennemie. Elle prépare la marche de l'infanterie par son feu; elle appuie ses mouvements, tant que la défense ne fait pas usage de ses pièces pour empêcher les approches. La batterie dirige alors son tir contre l'artillerie ennemie, pour détourner ce feu de sa propre infanterie. Dans cette phase de la lutte, elle évitera de s'approcher de l'artillerie adverse à distance décisive et se tiendra à environ 2 400 mètres des batteries de la défense pour ne pas succomber sous le feu d'une artillerie supérieure. Il faudra alors faire appuyer sans retard la batterie de l'avant-garde par l'artillerie du gros.

« *Combat contre l'artillerie de la défense.* — Les masses principales de l'artillerie doivent protéger le déploiement de l'infanterie du gros et combattre l'artillerie ennemie; dans tous les cas, il est nécessaire que celle-ci soit réduite au silence avant que l'infanterie commence son attaque décisive. L'artillerie ne saurait donc attaquer avec trop de vigueur; elle doit être autant que possible, supérieure en nombre à l'artillerie de la défense.

« Elle prend d'ordinaire position en avant du *centre* de la division d'infanterie; à partir de ce moment aussi, le groupe divisionnaire (*Abtheilung*) doit rester groupé. Une disposition de l'artillerie sur les ailes de la division est plus ou moins artificielle et présente, en outre, des difficultés dans l'exécution.

« L'artillerie est appelée à préparer *directement* l'attaque ultérieure de l'infanterie en combattant l'artillerie ennemie et en ouvrant les brèches par où l'assaillant doit pénétrer dans la position. Dans cette éventualité, l'artillerie prendra position, en premier lieu, à environ 2 400 mètres de l'artillerie de la défense; c'est dans la première zone de combat qu'on cherche à réduire celle-ci au silence. Pour hâter ce résultat, il est avantageux de gagner, sans trop tarder, la distance de 1 800 mètres, aussitôt que les positions prises par les infanteries adverses le permettent. Le combat d'artillerie, commencé à 2 400 mètres, se

poursuit alors à la distance de 1 800 mètres, en attendant l'arrivée du gros de la division ; celle-ci pénétrera dans la seconde zone de combat dès que l'artillerie ennemie sera écrasée.

« *Préparation directe de l'attaque décisive de l'infanterie.* — Lorsque l'infanterie de la défense paraît affaiblie, une *partie* de l'artillerie de l'attaque dirigera son feu sur les points par lesquels on espère pénétrer dans la position ; toute l'artillerie viendra successivement appuyer ses efforts ; il faut lui laisser le temps nécessaire pour atteindre le but que l'on poursuit.

« *Attaque décisive de l'infanterie.* — Dès que cette attaque est entreprise, *toute l'artillerie* dirigera ses feux sur les points de la position ennemie qu'il s'agit d'emporter. Le mouvement offensif de l'infanterie, qui se portera rapidement jusqu'à la limite de la troisième zone de combat, *doit être appuyé par le feu de l'artillerie ;* celle-ci aidera à repousser les retours offensifs et à surmonter avec plus de facilité les obstacles qui pourraient entraver l'attaque ; elle soutient, en outre, le moral des troupes d'infanterie de première ligne.

« L'artillerie se portera en avant en deux fois : à 1 100 et à 700 mètres, en réglant ces mouvements sur ceux de l'infanterie. Dès que l'ennemi est repoussé, une partie de l'artillerie s'empresse de s'établir dans la position conquise.

Dans la défense.

« *Prélude.* — Les points faibles des positions sont les flancs ; c'est donc sur eux qu'un certain nombre de batteries doit s'établir. Ces batteries ouvrent, en général, le feu dès que l'infanterie ou l'artillerie de l'attaque se montrent dans la première zone de combat (2 400 mètres).

« *Le combat d'artillerie.* — Les batteries restées en arrière prennent, à leur tour, part à la lutte dès que l'assaillant a renforcé son artillerie. La défense doit, en ce

moment, engager toute son artillerie dans le combat. Lorsque la fin du combat approche, la défense devra employer l'artillerie restée intacte ou bien celle encore maintenue en réserve pour *repousser l'attaque de l'infanterie.*

La retraite.

« L'artillerie se retire conjointement avec l'infanterie; les circonstances peuvent cependant exiger qu'une partie de l'artillerie aille prendre rapidement position en arrière afin de recueillir l'infanterie.

IIe PARTIE.

L'ARTILLERIE DANS LE COMBAT DU CORPS D'ARMÉE.

L'attaque.

« Il faut distinguer si les divisions marchent sur deux lignes ou côte à côte.

« *Prélude du combat par la batterie d'avant-garde* comme précédemment.

« *Combat contre l'artillerie de la défense.* — Lorsque les divisions marchent l'une à côté de l'autre, il est le plus avantageux de disposer l'artillerie attachée aux deux divisions sur l'aile extérieure de leurs avant-gardes, en se basant, bien entendu, sur le front occupé par le corps d'armée.

« En règle générale, le commandant en chef cherchera à amener une solution en enveloppant l'une des ailes de son adversaire. Dans cette occurrence, la place la plus avantageuse pour l'artillerie se trouve à l'aile intérieure de la troupe qui doit exécuter le mouvement enveloppant; là elle ne risquera pas d'être masquée et elle pourra battre par des feux flanquants le crochet que formera l'adversaire pour parer à cette attaque enveloppante.

« Dès que les avant-gardes des deux divisions ont opéré leur déplacement, l'artillerie se hâtera de venir prendre

position entre elles, attendu que l'écrasement de l'artillerie de la défense doit précéder l'attaque de l'infanterie. Il s'écoulera, entre l'entrée en action de l'artillerie et cette attaque, plusieurs heures pendant lesquelles l'artillerie doit agir par ses feux et être engagée sans le moindre retard et au grand complet.

« Dans cette phase de la lutte, l'artillerie de corps ne forme pas une ligne continue, mais se trouve disposée en groupes, séparés par des intervalles dans lesquels se déploient des fractions d'infanterie.

« L'artillerie prend une première position à 2 400 mètres de l'ennemi ; dès que la lutte est terminée à l'avantage de l'assaillant, l'artillerie se porte à la distance de 1 800 mètres, et l'infanterie s'avance dans les intervalles existant entre les groupes d'artillerie.

« *Préparation directe de l'attaque décisive de l'infanterie.* — Toute l'artillerie disponible est employée à préparer les brèches par lesquelles l'assaillant doit faire irruption dans la position ennemie.

« *Attaque décisive de l'infanterie.* — L'attaque enveloppante, exécutée par une seule division, ainsi qu'on l'a dit plus haut, sera accompagnée par son artillerie divisionnaire jusqu'à la distance de 1 500 mètres, distance à laquelle pourra peut-être également se porter l'artillerie de corps.

« L'artillerie divisionnaire doit souvent suivre jusqu'à 700 mètres ; sous aucun prétexte, elle ne peut être laissée en arrière, dans des positions même avantageusement situées. Elle s'avance au centre de la division assaillante ; l'artillerie de corps se place sur le flanc pour appuyer l'attaque. Quant au groupe d'artillerie à cheval (*reitende Abtheilung*), on pourra, au besoin, lui assigner un emplacement sur l'aile extrême de la division d'attaque.

« *La poursuite.* — Toutes les batteries indistinctement y prendront part.

La défense.

« *Prélude du combat.* — Les divisions d'infanterie seront établies l'une à côté de l'autre ; l'artillerie de corps restera en réserve en arrière du centre. L'aile qui est exposée à être enveloppée devra avoir son artillerie derrière elle et à portée immédiate. Dans chaque groupe d'artillerie, quelques batteries seulement se porteront provisoirement sur les positions et ouvriront le feu lorsque l'ennemi se sera suffisamment rapproché. Les batteries placées aux ailes extrêmes se tairont le plus longtemps possible, afin de ne pas dévoiler à l'ennemi la nature et l'étendue de la position occupée par la défense.

« *Lutte d'artillerie.* — Dès que l'assaillant renforce son artillerie, *toute* l'artillerie de la défense devra ouvrir le feu et poursuivre le combat *à tout prix*. A cet effet, les batteries, formées en trois groupes, se porteront, sur l'ordre qui leur en sera donné par le général commandant, sur la position choisie , conduites par leurs chefs respectifs. Pour combattre l'attaque de l'infanterie, on dirigera toutes les pièces disponibles vers l'aile menacée ; dans ce but, on pourra même, sans danger, distraire un grand nombre des batteries disposées sur le front.

« *Refoulement de l'attaque décisive de l'infanterie ennemie.* — Toute l'artillerie accable de ses feux l'infanterie qui s'est avancée dans la seconde zone de combat; peut-être disposera-t-on encore en ce moment de trois *Abtheilungen* intactes.

« *La retraite.* — Lorsque la défense est obligée d'abandonner les positions, l'artillerie a pour mission de protéger la retraite.

IIIe PARTIE.

L'ARTILLERIE DANS LE COMBAT DES ARMÉES.

« Dans cette partie, l'auteur ne formule que des prin-

cipes généraux, en parfaite concordance avec les règles déjà précédemment exposées. »

Tel est le résumé que le colonel Müller a fait en 1877 et 1878 des trois premières parties, les seules qui eussent alors paru.

« Dans le cours de son travail, ajoute le colonel Müller, le colonel von Schell accuse des tendances vers un formalisme outré. A première vue, l'auteur semble donner pour base aux développements de son thème les faits tels qu'ils se présentent normalement au début et pendant le cours du combat; mais en y regardant de plus près, on constate bien vite que les faits qu'il considère comme normaux ne se présenteront que rarement dans la réalité. En vérité, on serait mal venu de reprocher trop vivement cette erreur à l'auteur, attendu qu'il n'a visé, en somme, qu'à publier une *étude* sur un sujet qui offre de l'intérêt pour le monde militaire. Or, dans ces conditions, il doit être loisible de procéder aussi bien de faits normaux ou abstraits que de circonstances particulières et concrètes. Quoi qu'il en soit, on ne peut nullement attribuer à semblable étude un caractère doctrinal et ceux-là seuls qui n'en saisiront ni l'esprit, ni le but pourraient y attacher une pareille portée. D'autre part, les idées émises par le lieutenant-colonel von Schell ne satisferont pas ceux qui ne veulent pas se donner la peine d'appliquer à des cas particuliers des principes dont ils n'ont entrevu l'application que d'une façon générale.

« En ce qui concerne le tir à shrapnels, l'auteur avoue sans détour dans la deuxième partie qu'il ne faut pas lui attribuer l'importance qui semblait devoir revenir à ce genre de tir d'après la première partie de ses études. »

Le shrapnel, fait-il remarquer, ne peut pas être considéré comme le projectile par excellence de l'artillerie de campagne. « Il est et restera un engin de guerre fort délicat « et ne formera jamais qu'un projectile auxiliaire de l'obus. »

« Il serait téméraire de fonder sur cette espèce de pro-
« jectile des espérances exagérées; il sera donc prudent,
« dit le colonel von Schell, de n'en prendre qu'un appro-
« visionnement normal dans les avant-trains et le nombre
« de shrapnels devra tout au plus atteindre la moitié des
« projectiles emportés par les batteries. »

« Nous nous rallions aux explications nouvelles données par l'auteur, dit en terminant le colonel Müller, et faisons remarquer en même temps que, par l'adoption de l'obus à anneaux, on a multiplié considérablement le nombre des éclats, agissant comme autant de projectiles distincts, et diminué du même coup, d'une façon sensible, la supériorité relative du shrapnel par rapport à l'obus. Les expériences comparatives de tir, exécutées contre des cibles représentant de l'infanterie et notamment aussi, contre des cibles figurant des tirailleurs debout et à genou, n'attribuent d'ailleurs le plus souvent au tir à shrapnels qu'une supériorité insignifiante et sont venues ainsi confirmer notre appréciation; car, il est peu probable qu'à la guerre le tir à shrapnels fournisse des résultats meilleurs que ceux qui ont été obtenus pendant les expériences du temps de paix. »

Répondant à ceux qui ont proposé de partager l'artillerie d'un corps d'armée en deux groupes seulement, attachés chacun à une division, le colonel von Schell démontre la nécessité d'une artillerie de corps.

« Ce sont surtout, dit-il, les expériences faites pendant
« la seconde période de la guerre de 1870, qui ont donné
« l'idée de diviser toute l'artillerie mise à la disposition
« d'un corps d'armée en deux parties égales réparties entre
« les deux divisions d'infanterie; mais les enseignements
« de cette moitié de la campagne tendent à nous induire
« en erreur. Pendant cette période, l'artillerie de corps a
« dû subir, en effet, des fractionnements. Mais ce partage
« de l'artillerie avait sa raison d'être dans les conditions

« particulières de la lutte engagée vers la fin de la guerre, « lutte dans laquelle il était devenu indispensable, pour « l'envahisseur, d'éparpiller les troupes au loin et de « rompre leurs liens tactiques ordinaires. Certes, dans « ces conditions, les besoins d'augmenter l'artillerie divi- « sionnaire peut se faire sentir, mais il ne faut pas que ce « soit au détriment de l'artillerie de corps d'armée; le « remède ici est d'ailleurs facile, puisqu'il suffit d'aug- « menter l'artillerie en général pour donner satisfaction « aux desiderata de cette arme.

« L'organisation admise pour l'artillerie de campagne, « en temps de paix, pourrait encore prêter un semblant « de raison à l'idée de renoncer à l'artillerie de corps. En « effet, il y a maintenant en temps de paix, deux régiments « d'artillerie par corps d'armée; si l'artillerie était effecti- « vement sous les ordres des généraux de division comme « on a essayé plusieurs fois de l'y soumettre, l'existence « de ces deux régiments permettrait d'en donner un à « chaque division; cette répartition pourrait fort bien se « maintenir pendant la guerre. Abstraction faite de la « constitution différente des deux régiments (1), ce serait « évidemment tourner dans un cercle vicieux que d'a- « dopter comme répartition normale une organisation de « paix due au hasard, et cela justement parce qu'elle « existe. Mais avant tout, il est évident que ce sont les « circonstances de guerre qui doivent servir de règles pour « l'organisation d'une troupe; il faut donc tâcher de con- « former aux exigences de la guerre l'organisation du temps « de paix.

« Cela entraîne le partage de l'artillerie d'un corps « d'armée en trois groupes; en l'exécutant pendant la

(1) Le premier régiment ou régiment divisionnaire est formé de 2 groupes (*Abtheilung*) à 4 batteries. Chacun de ces groupes est généralement détaché près de la division avec laquelle il marcherait en cas de mobilisation. Le second régiment ou régiment de corps se compose de 3 groupes à 3 batteries chaque; dans 2 de ces groupes les batteries sont montées, dans le 3e elles sont à cheval. Le plus souvent ces 3 groupes sont dans la même garnison, sauf les batteries à cheval attachées aux divisions de cavalerie.

« paix, on se donne l'avantage incontestable de ne pas « avoir, comme à présent, dès le début de la guerre, à « briser le lien tactique de l'un des régiments. Nous ne « retrouvons pas le même inconvénient dans l'organisation « des autres armes. Aucune d'elles n'a cependant à lutter « avec d'aussi grandes difficultés que l'artillerie de cam- « pagne, pour passer du pied de paix à la formation de « guerre. Nous avons déjà beaucoup perfectionné notre « organisation de paix, et pourtant il est bien prouvé que « nous ne pouvons pas encore la considérer comme aussi « rationnellement établie que celle des autres armes.

« En vérité, le partage de l'artillerie de campagne en « trois groupes, n'est pas tout à fait favorable à sa répartition dans la formation du corps d'armée en temps de « paix. On satisferait aux exigences de la paix et de la « guerre, en la divisant en quatre parties constituées nor- « malement sous tous les rapports. De cette façon, chaque « division posséderait, en temps de paix, deux petits régi- « ments d'artillerie; on passerait à la répartition en trois « groupes, pour la formation de guerre, sans briser le lien « tactique d'un régiment, puisqu'un régiment de chaque « division serait employé comme artillerie de corps. »

Si le colonel von Schell s'efforce de démontrer que l'artillerie de corps est indispensable, en revanche, il n'est pas partisan de doter les armées d'une réserve générale d'artillerie.

« Autrefois, dit-il, il y avait chez certaines puis- « sances, sous forme de réserve générale d'artillerie, un « mode de liaison entre les divers corps d'armée, agissant « à la façon de l'artillerie de corps entre les divisions. En « Allemagne, nous n'avons pas de trait d'union de ce « genre, et à vrai dire, un général en chef n'a que faire de « tels moyens d'action. Cela le gênerait inutilement, cela « ne pourrait qu'alourdir toute la direction de son armée. « Il ne faut pas surtout charger un général en chef du « commandement spécial d'une troupe particulière; il doit

« songer à des choses autrement importantes : toutes ses « facultés sont complètement absorbées dans un autre sens. « Il a la haute direction de son armée ; il doit compter « avec les divisions de cavalerie et avec les divers corps, « mais le mode de liaison, qui met en branle les différents « membres d'une armée pour la bataille, est invisible et « insaisissable. En outre, les corps d'armée sont déjà des « groupements trop considérables pour se laisser lier faci- « lement et commodément par une *artillerie d'armée* ; du « reste, cette artillerie ne serait jamais qu'une réserve qui « arriverait toujours à se déployer trop tard. »

Passant ensuite dans la quatrième partie, à l'étude du rôle de l'artillerie à cheval dans le combat de la division de cavalerie, le colonel von Schell commence par démontrer la nécessité des batteries à cheval et indique les qualités qu'elles doivent posséder.

« Quelque nécessaires et précieuses que soient la « grande mobilité et l'habileté dans les manœuvres, elles « ne sont cependant, en réalité, qu'un moyen d'atteindre « le but ; elles n'ont aucune valeur sans une instruction « parfaite en artillerie. L'artillerie à cheval ne doit donc « jamais oublier qu'elle doit rester avant tout et surtout « *de l'artillerie*. Le combat de cavalerie exige beaucoup de « l'artillerie à cheval, quant à la souplesse et à la mobilité « dans les mouvements ; mais il faut fonder de bien plus « grandes espérances sur son instruction comme artillerie, « et particulièrement sur son habileté dans le tir. »

Dans ces derniers temps, on a agité en Allemagne la question de savoir s'il ne serait pas avantageux de réunir les batteries à cheval en régiments spéciaux. « Les par- « tisans de la création des régiments à cheval, fait observer le colonel von Schell, caressent l'idée de s'ad- « joindre plus étroitement à la cavalerie ; il en résulterait, « disent-ils, un avantage réel aussi bien pour les hommes « et pour les chevaux que pour toute l'instruction de l'ar-

« tillerie à cheval. Le profit, sous ce rapport, nous paraît « au moins fort douteux; et, en admettant même que l'a- « vantage soit incontestable, il faut cependant se demander « si les inconvénients qui en résultent ne font pas pencher « le plateau de la balance dans l'autre sens. L'artillerie à « cheval n'y gagnerait absolument rien, dans les vraies « connaissances du canonnier; elle courrait le risque de « favoriser complètement l'élément cavalier aux dépens « de l'élément artilleur. C'est en la tenant étroitement « unie à l'autre artillerie de campagne que nous entre- « voyons le moyen d'écarter ce danger; c'est en faisant « vivre d'une vie commune ces deux espèces d'artillerie, « que nous nous donnerons la garantie de préserver l'une « et l'autre d'aller trop loin, dans un sens trop spécial et « nuisible à leur esprit. On ne pourra leur faire produire « leur maximum d'effet, en faveur de l'ensemble de l'ar- « mée, qu'en leur faisant faire un échange mutuel et cons- « tant de leurs modes d'action. »

Le colonel von Schell insiste surtout sur la nécessité de monter avec le plus grand soin l'artillerie à cheval. « Le « cheval de trait de l'artillerie à cheval, et particulière- « ment le porteur, doit, à charge égale avec le cheval de « cavalerie, non-seulement soutenir l'allure comme ce « dernier, mais il doit, en outre, traîner un poids considé- « rable aux allures vives dans des terrains défavorables. « En comparaison avec le cheval de cavalerie, les qualités « que l'on exige et que l'on est en droit d'exiger du cheval « de trait de l'artillerie à cheval sont donc beaucoup plus « grandes, sinon quant à la rapidité, au moins sous le « rapport de la force et de la durée dans les grandes « allures. Il n'y a qu'un cheval de sang qui soit tout à fait « capable de pareille résistance; le cheval de sang seul se « laisse amener à rendre les plus grands services : ce n'est « donc pas une prétention vraiment excessive, car elle ne « se fonde pas sur un besoin spécial, mais bien sur l'in- « térêt général, que de demander que l'on désigne comme

« cheval de trait pour l'artillerie à cheval, le cheval le « plus noble, le cheval le meilleur, en supposant qu'il ait « une conformation suffisamment forte. Or, un regard su- « perficiel jeté sur les deux armes démontre que les « chevaux de l'artillerie à cheval ne sont pas meilleurs, « mais beaucoup moins bons que ceux des régiments de « grosse cavalerie.

« A la façon dont les choses se passent à présent, les « chevaux de trait pour l'artillerie à cheval doivent être « choisis dans les remontes de trait attribuées à leur régi- « ment. Pour tenir compte, jusqu'à un certain point, des « qualités très grandes et parfaitement justifiées que l'on « doit exiger maintenant des chevaux de trait de l'artille- « rie à cheval, les commandants de régiment sont obligés « de choisir les meilleurs produits de toutes les remontes. « Cela ne peut se faire naturellement qu'aux dépens des « batteries montées; et malgré tout, ces chevaux de trait « ne sont pas encore assez bons pour l'artillerie à cheval. « Afin d'écarter complètement ces inconvénients, on de- « vrait choisir expressément les chevaux de trait de l'artil- « lerie à cheval dans les meilleurs produits des dépôts de « remonte.

« Tandis que l'organisation de la cavalerie lui permet « d'emmener avec elle, lors du passage au pied de guerre, « tous les chevaux parfaitement dressés et sans exception « propres au service, le tiers des attelages des pièces manque « complètement dans l'artillerie en temps de paix; de « plus, tous les attelages des caissons sont également à « former.

« Une batterie à cheval sur pied de paix possède 8 che- « vaux de derrière, 20 chevaux de milieu et de devant et « 48 chevaux de selle; sur pied de guerre, elle doit avoir « 38 chevaux de derrière, 76 de milieu et de devant et « 116 chevaux de selle : en passant donc du pied de paix « au pied de guerre, le peu de chevaux anciens disparaît « nécessairement d'une manière si complète, dans le grand

« nombre de chevaux nouveaux, que la batterie présente « vraiment le type d'un élément de nouvelle formation. « Il n'est pas même possible, et cependant cela devrait « toujours avoir lieu, de prendre tous les porteurs parmi « les anciens chevaux du temps de paix ; au contraire, on « est obligé de placer la plupart des conducteurs sur des « chevaux bruts, tels que la mobilisation les fournit. Ce « n'est cependant que dans des cas bien rares qu'un pareil « cheval, même quand il est très-bon, peut répondre aux « exigences que l'on a fondées sur lui ; on manque de temps « pour le dresser et l'entraîner à l'attelage. Il est pourtant « certain qu'un seul cheval mou fait beaucoup plus de « tort à un attelage, que plusieurs chevaux de l'espèce « dans un escadron. En effet, les divers services d'un « escadron ne seront guère contrariés par la présence de « quelques chevaux moux, tandis qu'un seul cheval de « cette nature met en question l'existence même de toute « une pièce. »

Discutant ensuite la question du nombre des batteries à cheval que l'on doit attacher aux divisions de cavalerie indépendantes, l'auteur se range à l'avis de ceux qui veulent doter la division de cavalerie de 3 batteries à cheval avec un commandant de groupe (*Abtheilung*) et n'y voit aucun obstacle pour la liberté de mouvements d'une division de cavalerie.

Voici, d'après le dernier volume des *Jahresberichte* de Löbell (1880), qui vient de paraître, le résumé de cette quatrième partie due encore sans doute, comme les précédentes, au colonel Müller.

IVe PARTIE.

L'ARTILLERIE A CHEVAL DANS LE COMBAT DE LA DIVISION DE CAVALERIE.

Service d'exploration en avant de l'armée.

« *Dans la marche en avant.* — Chacune des colonnes dis-

tinctes forme sa propre avant-garde. L'artillerie qui lui est attribuée marche à sa queue. Quand il n'y a qu'une brigade, une batterie suit la queue de l'avant-garde; avec 2 et 3 brigades, une batterie conserve la même place, les autres marchent derrière le 1er régiment du gros. La batterie d'avant-garde doit entrer en action le plus rapidement possible. Elle entre en ligne sur le front sans se laisser aller à un combat d'artillerie avec l'adversaire.

« *Dans la retraite.* — Si la cavalerie ennemie est rejetée jusque sur son infanterie, la cavalerie doit battre en retraite devant l'infanterie, là où elle a eu le contact avec son adversaire. L'artillerie doit alors retarder la marche de l'adversaire; on doit la tenir près de la route de retraite et lui faire prendre position aux endroits convenables qui doivent être occupés avant tout. Un combat d'artillerie ne doit être engagé que contre une artillerie plus faible, en tout cas, ne jamais durer longtemps. Ne pas s'astreindre à des flanquements trop savants qui probablement porteraient l'artillerie trop en dehors de la retraite.

Dans le combat.

« *Avant et pendant l'attaque.* — La division de cavalerie se forme au combat en 3 lignes composées chacune d'une brigade; l'artillerie se trouve à l'aile de la 1re ligne, derrière ou à côté, elle est réunie tout entière; dans un combat aussi rapidement mené, la réunion des batteries à la même place augmente l'effet du canon. La direction dans laquelle l'artillerie est opposée à l'adversaire est d'une grande importance, les règlements appuient beaucoup là-dessus. L'auteur arrive à cette conclusion: « qu'il est généralement plus simple et préférable de placer l'artillerie vis-à-vis l'adversaire, tandis que par des mouvements habiles, la cavalerie se poste convenablement, au lieu de faire inversement placer l'artillerie de côté et lancer la cavalerie tout droit. » — En général, on ne prendra qu'une seule position de batterie, car dans un combat aussi rapide que

celui de la cavalerie, il ne peut être question de changement de position. Pendant l'attaque, les mesures ultérieures sont abandonnées complétement à l'initiative du chef de groupe. Son objectif est d'abord d'éteindre le feu de l'artillerie de l'ennemi qui est seule visible, puis, avec une partie de ses pièces de tirer sur la cavalerie ennemie aussitôt que celle-ci se montre. Tout d'abord, il s'agit de battre en brèche la ligne de cavalerie ennemie la plus avancée. Si l'artillerie est suffisamment en arrière et considérablement de côté par rapport à l'endroit où a lieu la mêlée, elle peut encore, pendant la mêlée, tirer sur les réserves ennemies.

« L'auteur est d'avis qu'on doit se garder d'amener trop tôt les avant-trains et qu'on ne doit le faire que s'il ne reste aucune espérance de pouvoir encore, de la position actuelle des pièces, intervenir dans le combat de cavalerie. On peut faire amener les avant-trains lorsque les deux premières lignes se trouvent dans la mêlée.

« *Après une attaque qui a réussi.* — Il s'agit de gagner le plus rapidement possible du terrain en avant et de prendre une position de flanc. Il faut, sans attendre d'ordres, et par échelons, accompagner et aider la poursuite.

« *Après une attaque qui n'a pas réussi.* — Les exigences tactiques, après une attaque non réussie, obligent l'artillerie à tenir sa position d'une façon inébranlable. C'est le seul moyen d'éviter une catastrophe. Surtout, dit l'auteur, nous ne pouvons pas admettre l'idée de vouloir sauver l'artillerie dans les instants où la cavalerie engage ses dernières forces. Dans de pareils moments, notre arme ne doit jamais se soustraire aux périls les plus extrêmes, elle doit persévérer jusqu'à un trépas glorieux et, d'ailleurs, son concours écartera peut-être les tristes conséquences d'une déroute dans laquelle elle aurait été enveloppée. L'auteur ne recule pas devant l'idée de tirer dans la mêlée tournoyante que forment les cavaliers des deux partis. Si l'artillerie a la possibilité de se retirer et

de couvrir la retraite, elle le fait par échelon. Des positions de flanc sont ici très-avantageuses.

Pour terminer ce compte rendu de l'ouvrage du colonel von Schell, disons quelques mots de l'*annexe* relative à l'*instruction dans les tirs* à laquelle l'auteur attache la plus grande importance.

« La vraie valeur d'une artillerie résulte de son habileté « dans les tirs; c'est donc le but à atteindre dans toute « notre instruction: comme artilleurs, nous devons avoir « sans cesse devant les yeux cette précieuse qualité. Toutes « nos pensées, toutes nos actions, tous nos efforts doivent « tendre vers ce résultat essentiel d'une instruction d'ar- « tillerie bien dirigée. Nous devons en effet être bien con- « vaincus que les qualités de nos pièces ne nous donneront « plus aucun avantage sur les autres puissances: si nous « voulons avoir une supériorité quelconque sur les artille- « ries voisines, nous devons acquérir, avec une instruction « parfaite dans toutes les connaissances de la tactique, une « habileté incontestable dans l'art de tirer. »

L'auteur s'appesantit, surtout, sur les moyens à employer pour pouvoir exécuter dans les polygones des tirs par groupe (*Abtheilung*), l'observation des coups dans ce cas étant beaucoup plus difficile, et la fumée des batteries voisines pouvant même rendre le pointage à peu près impossible dans une batterie.

Enfin, il étudie la question du tir sur des buts mobiles et l'installation dans les polygones de cibles roulantes; un résumé de cette dernière partie du travail du colonel von Schell a déjà été publié dans la *Revue* (1).

(1) Voir *Revue d'artillerie*, livraison de mai 1880, p. 232.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Tir à shrapnels avec le canon de montagne Krupp de 6^{c},5. — On a tiré à Meppen des shrapnels en fer forgé avec le nouveau canon de montagne Krupp, pour se rendre compte des effets produits par ce projectile. Le but était formé par trois rangées de panneaux de 30 mètres de long sur 2^{m},70 de haut, placées à 15 mètres d'intervalle ; ces panneaux étaient divisés en bandes verticales de 60 centimètres de large, et en trois bandes horizontales limitées à 0^{m},90, 1^{m},80 et 2^{m},70 et représentant de l'infanterie à genou, de l'infanterie de bout et de la cavalerie.

Longueur du shrapnel	3^{cal},4
Poids du shrapnel chargé.	4^{k},1
Poids de la charge d'éclatement (poudre à canon).	0 ,035
Poids de la charge	0 ,4

On tira 10 coups ; le premier ne fut pas compté dans l'évaluation des résultats. Nous faisons connaître ci-après ces résultats pour le coup n° 10 et nous donnerons ensuite la moyenne obtenue pour les 9 coups qui doivent entrer en compte.

Coup n° 10.

Distance du but	mèt.	1 000
Hausse	mill.	46
Réglage de la fusée. . .	divis.	24
Intervalle d'éclatement .	mèt.	31
Hauteur d'éclatement . .	mèt.	3

			Trous.	Empreintes.	Total.
Nombre des atteintes.	1er panneau .	de 0^{m},00 à 0^{m},90. .	29	2	68
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	17	2	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	17	1	
	2e panneau .	de 0 ,00 à 0 ,90. .	18	0	60
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	22	5	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	15	0	
	3e panneau .	de 0 ,00 à 0 ,90. .	10	1	32
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	11	0	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	8	2	
		Totaux. . . .	147	13	160

Nombre des bandes touchées.	1er panneau . . .	13	55
	2e panneau . . .	21	
	3e panneau . . .	21	

Tir des 9 derniers coups.

			Trous.	Empreintes.	Total.
Nombre des atteintes.	1er panneau .	de 0m,00 à 0m,90. .	127	9	358
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	104	8	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	103	7	
	2e panneau .	de 0 ,00 à 0 ,90. .	93	8	329
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	88	28	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	95	17	
	3e panneau .	de 0 ,00 à 0 ,90. .	61	21	255
		de 0 ,90 à 1 ,80. .	70	20	
		de 1 ,80 à 2 ,70. .	63	20	
		Totaux. . . .	804	138	942

Nombre des bandes touchées.	1er panneau. . .	169	511
	2e panneau . . .	170	
	3e panneau . . .	172	

Nombre moyen des atteintes par coup 104

Nombre moyen des bandes touchées par coup . 56

Les projectiles étaient armés de la fusée à temps Krupp qui a bien fonctionné. Comme on peut le voir par les tableaux précédents, on a pu obtenir, une fois le tir réglé, un coup qui a donné 160 atteintes sur les panneaux en touchant 55 bandes verticales.

(*Zeitschrift für die schweizerische Artillerie.*)

Allemagne : Forts de Metz. — Le fort Kameke, près du village de Woippy, vient de recevoir la 6e compagnie du 8e régiment d'artillerie de forteresse du Rhin. Tous les ouvrages extérieurs de Metz vont être pourvus de garnisons permanentes.

Les travaux du nouveau fort Saint-Éloy seront repris au mois d'avril ; le front sera armé de 2 tourelles cuirassées Gruson, comme celui du fort Kameke.

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Allemagne : Nouvelle substance explosive. — L'usine Krebs vient de faire des expériences sur un nouvel explosif, l'*atlas-dynamite*, dans le but de mettre en évidence sa supériorité sur la dynamite de première qualité, à 80 p. 100 de nitroglycérine, dont les effets sont équivalents à ceux de la gélatine explosive.

On a fait agir comparativement sur des plaques de plomb, des poids égaux de dynamite de première qualité et d'atlas-dynamite. La première substance a produit un refoulement du métal de la plaque et a détaché une partie des bords; la seconde a non-seulement refoulé profondément le métal, mais l'a complètement déchiré. L'atlas-dynamite peut détoner aux températures les plus basses et permet d'éviter l'opération dangereuse qu'il faut entreprendre lorsqu'on veut dégeler la dynamite ordinaire (1).

(*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Angleterre : Le canon de 13 livres. — On a essayé, il y a quelques mois, à Okehampton, un nouveau modèle de canon de 13 livres se chargeant par la bouche, qui diffère légèrement du modèle réglementaire (2).

Voici les dimensions de ces deux pièces :

	Modèle réglementaire.	Pièce en essai.
Longueur totale (non compris le bouton de culasse)	2^{m},235	2^{m},337
Poids.	406^{k},5	406^{k},5 (8 cwt)
Calibre de l'âme	76^{mm}	76^{mm} (3^{po})
Longueur de l'âme	2^{m},134	2^{m},134 (7 pieds)
Diamètre de la chambre . . .	80^{mm}	80^{mm}
Longueur de la chambre. . .	366 ,8	359
Longueur de la partie rayée. .	1^{m},701	1^{m},753

Ces deux pièces ont 10 rayures de 1^{mm},27 de profondeur et de 12^{mm},93 de largeur.

---

(1) Voir la *Note sur l'emploi de la dynamite gelée, Revue d'artillerie*, t. XVI, p. 296.
(2) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 232, juillet 1879.

Le canal de lumière, normal à l'axe de la bouche à feu, débouche au milieu de la longueur de la chambre, à 7 pouces (178 millimètres) du fond de l'âme.

La chambre est plus courte dans cette seconde pièce que dans la première; en revanche, la longueur de la partie rayée est plus considérable.

La charge se compose de poudre RLG_2 plus lente que la poudre RLG.

Les expériences faites à Okehampton en octobre et en novembre 1879 ont donné de bons résultats, mais le changement absolu qui s'est manifesté en Angleterre au sujet de la préférence à accorder au système de chargement par la culasse, a conduit à l'étude de nouvelles pièces de divers calibres se chargeant par la culasse, et en particulier, à celle d'une pièce de 13 livres, qui va être mise prochainement en expérience.

(*Proceedings.*)

Angleterre : Expériences de tir contre une plaque mixte Cammell et Wilson. — Cette plaque mixte [1], dont l'épaisseur totale était de 9 pouces (229 millimètres), était formée d'une plaque postérieure en fer de 5 $\frac{1}{2}$ pouces (140 millimètres), sur laquelle on avait coulé une couche d'acier de 3 $\frac{1}{2}$ pouces (89 millimètres). Les dimensions rectangulaires de la plaque étaient de 6 pieds (1^m,829) sur 5 pieds 8 pouces (1^m,727). La plaque était courbée sur un rayon de 16 pieds 11 pouces (5^m,156), l'acier en dehors, formant la surface convexe.

Le tir a été exécuté avec le canon réglementaire de 9 pouces à la charge de 50 livres (22^k,680), lançant un projectile Palliser de 257 livres (116^k,600), avec une vitesse initiale de 1 460 pieds (445 mètres) par seconde.

Les formules du colonel Noble, appliquées à ce tir, établissent que le projectile avait une vitesse suffisante

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XII, p. 285.

pour traverser complètement une plaque de fer de 12 pouces ($0^m,305$).

Le résultat de la soudure de l'acier sur le fer a été très remarquable, et les effets produits sur la plaque ne peu-

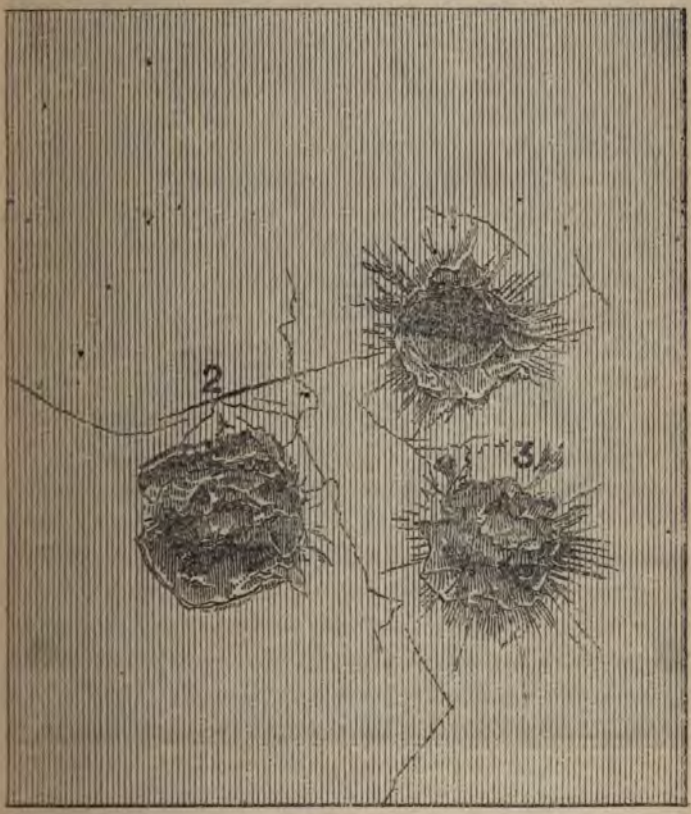


Fig. 1.

vent être comparés en rien à ceux qui avaient été observés dans les expériences précédentes sur les plaques de fer. La figure 1 montre l'effet produit par le choc sur la partie antérieure de la plaque, la figure 2 met en évidence les légères convexités produites par refoulement sur la face postérieure.

D'autres expériences, qui ont suivi celle qu'on vient de décrire, ont été encore plus concluantes ; la plaque d'acier

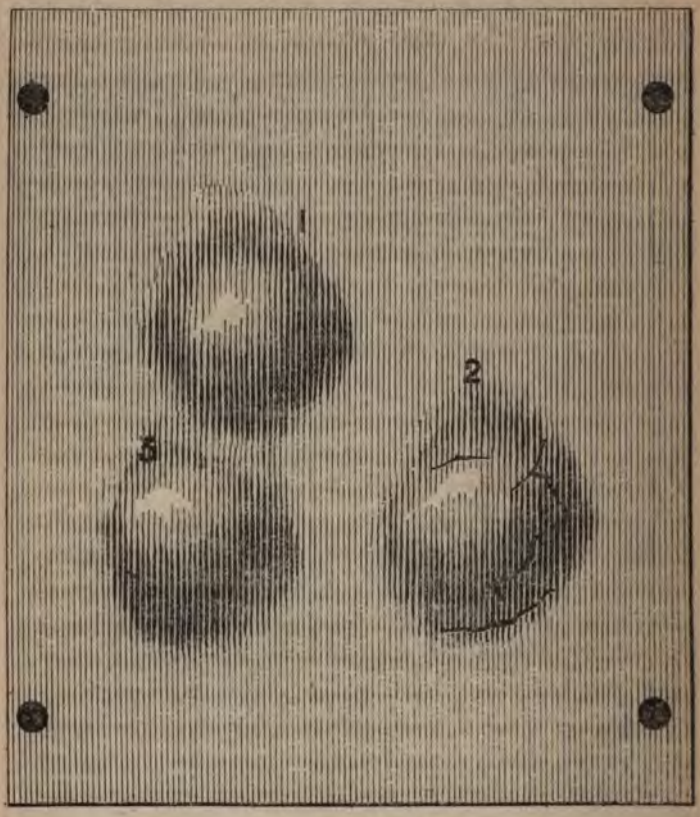


Fig. 2.

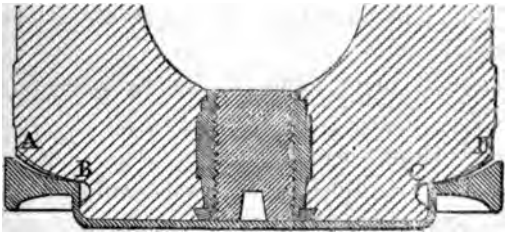
n'a reçu que quelques éraflures et la face postérieure est restée complètement intacte.

(*The Engineer.*)

Angleterre : Nouvel obus Palliser pour le canon de 38 tonnes. — Ce projectile, qui vient d'être adopté définitivement, a été proposé par sir W. Palliser. Dans le nouveau dispositif, les ailettes sont supprimées, et le *gas-*

check est relié au culot de manière à ne pas pouvoir s'en détacher comme cela arrivait fréquemment avec l'ancien modèle.

Le croquis ci-joint, exécuté à l'échelle de $\frac{1}{5}$, montre le mode d'attache du gas-check. Cette pièce, indépendante



d'abord de l'obus, est introduite dans l'âme immédiatement après la charge. On place aussitôt après le projectile à la bouche de la pièce et la partie BC du culot vient s'engager dans la cavité correspondante du gas-check. La couronne AB - CD du culot est munie de nombreuses nervures dirigées vers l'axe.

Au moment du tir, la paroi correspondante du gas-check s'imprime avec assez de force dans les nervures pour que l'adhérence soit complète.

Le projectile est en fonte, à pointe durcie, le gas-check est en cuivre rouge.

Le contour du gas-check est muni de petites saillies qui pénètrent dans les rayures.

Angleterre : Nouveaux canons se chargeant par la culasse. — Depuis quelques mois, à la suite des accidents du *Thunderer* et du *Duilio,* et aussi à la suite d'un revirement très caractéristique en faveur de l'acier, l'artillerie anglaise semble vouloir remplacer presque complètement le mode de chargement par la bouche par le système de chargement par la culasse. Elle a également renforcé l'épaisseur du tube d'acier qui se trouve occuper toute

la longueur du canon, et doit recevoir directement le système de fermeture.

Les principes qui président à la construction de ces nouvelles pièces sont les suivants :

1° Tube d'acier de notable épaisseur allant de la bouche à la culasse et recevant le système de fermeture ;

2° Frettage plus énergique et s'opposant mieux aux tensions longitudinales ;

3° Grande longueur d'âme (25 à 30 calibres) ;

4° Chambre agrandie ;

5° Grandes vitesses initiales.

Le système de fermeture adopté est celui de la marine française, avec obturateur Broadwell.

La charge est très-considérable ; son poids atteint la moitié de celui du projectile.

Les vitesses initiales seraient de 615 mètres pour le canon de 18 tonnes et de 620 mètres pour le canon de 26 $\frac{1}{4}$ tonnes à la charge du $\frac{1}{2}$, le projectile pesant 462 livres.

Actuellement l'acier est tellement en faveur, que l'on se propose de construire une nouvelle pièce de 12 $\frac{1}{2}$ pouces (316 millimètres) de 61 tonnes, se chargeant par la culasse, avec tube en acier et jaquette en acier. Il est même question d'étendre encore l'emploi de ce métal et il est possible qu'on arrive à s'en servir pour le frettage tout entier.

Les établissements privés entrent, du reste, dans la même voie.

La planche VIII donne les tracés de trois pièces proposées conformément à ces idées nouvelles. L'une d'elles, construite par sir W. Armstrong, est du calibre de 8 pouces (203^{mm}) et du poids de 11 $\frac{1}{2}$ tonnes (11 585 kil.). Le système de fermeture est celui de la marine française, un peu modifié. Le grain de lumière est normal à l'axe et à l'aplomb du milieu de la longueur de la chambre. Son emploi est si défectueux, qu'il est nécessaire de le remplacer au bout de 10 coups environ.

Les deux autres canons sont fabriqués à Woolwich. La maison Vavasseur construit également des canons se chargeant par la culasse, et elle obtient de grandes vitesses initiales sans que l'âme soit fatiguée par des pressions trop considérables. Ainsi, un canon de 75^{mm} Vavasseur, transformé en canon de 80^{mm}, muni d'une fermeture à coin, a tiré, avec une vitesse initiale de 581 mètres, un projectile de $5^{k},890$ avec une charge de $2^{k},726$ enflammée par l'électricité. Le poids de la bouche à feu est de 456 kil.

Au point de vue de la vitesse, on a fait dernièrement à Shoeburyness, une expérience assez curieuse. On a tiré, avec le canon Armstrong de 8 pouces, dans le but d'établir, pour les grandes vitesses, une table des vitesses restantes, un projectile de $36^{k},24$ avec une charge de poudre pebble de $47^{k},6$. La vitesse initiale a été de $907^{m},4$, mais ce résultat, fort surprenant au premier abord, est dû à ce que le projectile spécial, employé pour ces expériences, avait un poids bien inférieur à celui de la charge. Le rendement était assez faible (61 p. 100), eu égard à l'énorme quantité de poudre employée. Il est vrai d'ajouter que cette même pièce tire habituellement à la charge du demi, et que sa vitesse initiale est comprise entre 600 et 620 mètres.

(*The Engineer, the Army and Navy Gazette.*)

Autriche-Hongrie : Armement de la garnison de Vienne avec le fusil Werndl transformé. — Tous les régiments d'infanterie et les bataillons de chasseurs de la garnison de Vienne, sont maintenant armés du fusil Werndl transformé pour recevoir la cartouche renforcée. L'arsenal de Vienne pourra, d'ici un an, fournir toutes les armes transformées destinées aux garnisons de province. L'armement de la cavalerie viendra ensuite et sera effectué en quelques semaines. (*Vedette*).

Hollande : Essais d'obus de rupture pour le tir contre les cuirasses. — On a fait sur la plage de Sheveningue

des tirs comparatifs avec des obus de rupture provenant des usines Ekman à Fingspong, Gruson à Buckau et Krupp à Essen. Les bouches à feu employées étaient des pièces de 24^{c}, l'une en acier et l'autre en fonte. Le but, placé à 500 mètres de ces bouches à feu, se composait de 2 plaques de cuirasses du type *Bellerophon* placées l'une au-dessus de l'autre.

La plaque inférieure avait 0^{m},2032 d'épaisseur, l'autre 0^{m},1524 ; elles étaient soutenues par un matelas de 8 poutres de bois de teck consolidé par des fers cornières et deux plaques de fer de 2 centimètres d'épaisseur. La face antérieure de ces cuirasses était inclinée à 12° sur la verticale ; tout le système était maintenu en place à l'aide d'étançons.

Les obus de rupture en fonte durcie de l'usine Ekman étaient de deux modèles : le plus petit, de 2,6 calibres et pesant 147^{k},75, le plus grand de 2,8 calibres et pesant 152^{k},34, tous deux destinés au canon en fonte.

L'usine Gruson avait aussi fourni deux modèles d'obus en fonte durcie de mêmes longueurs que les précédents, et qui pesaient, l'un 149^{k},65, l'autre 153^{k},85.

Enfin, l'usine Krupp avait fourni des obus en acier destinés au canon d'acier de 24^{c}, leur longueur était de 2,8 calibres et ils pesaient 161 kil.

Le canon de fonte tira sur la plaque de 15^{c},24, le canon d'acier sur celle de 20^{c},32.

Pour déterminer les charges, on avait calculé, au moyen des formules de M. Hélie, la force vive nécessaire pour percer les plaques ; on en avait déduit successivement les vitesses à 500 mètres, les vitesses initiales et les charges elles-mêmes.

Ces charges furent trouvées de 17^{k},3 pour le canon de fonte et 22^{k},5 pour le canon d'acier.

Mais on voulut, avant de percer les plaques, tirer à charge réduite, afin d'acquérir des données sur la résistance des projectiles et leur mode de rupture, et l'on com-

NUMÉROS.	NATURE du projectile.	POIDS de l'obus.	CHARGE.	VITESSE d'arrivée.	FORCE VIVE à 500 m. par cent. de cir.	ACTION SUR LA CIBLE.	ÉTAT DU PROJECTILE après son extraction de la plaque.
		kil.	kil.	mètr.	t.-mèt.	*Canon de 24c (fonte). — Plaque de 15c,24.*	
1	Ekman petit	147,75	16	266,9	7,116	Toucha le bord supérieur de la plaque, fit un canal profond, endommagea la seconde couche et la partie supérieure de la troisième et dépassa la cible.	Projectile resté entier et non déformé.
2	Ekman grand	152,34	»	266,4	7,311	Toucha le même point que le précédent sans faire de dégâts importants ; le projectile ressortit et dépassa.	Projectile intact.
3	»	»	»	261,7	7,196	Toucha au milieu de la cible à la réunion des deux plaques, pénétra de 41 centimètres et retomba à 15 mètres en arrière, quelques petits boulons décapités, le matelas déchiré.	Pointe du projectile enlevée sur une longueur de 0m,142, mais l'ensemble pas déformé.
4	»	»	»	267,4	7,363	Toucha au milieu de la plaque supérieure, pénétra de 40 centimèt. et retomba contre la plaque : 1 grand et quelques petits boulons brisés, un morceau du matelas emporté.	Projectile intact ; pas de déformation appréciable.
5	Gruson petit	149,65	18	290,3	8,527	Toucha près du trou 4 qu'il agrandit et traversa la cible.	Projectile brisé; fragments trouvés devant, culot trouvé devant et derrière la cible.
6	»	»	»	»	»	Touché un peu à gauche du coup 5 ; cible traversée, quelques boulons brisés.	Projectile diminué de 2 millimètres, crevassé, un fragment de culot brisé.
7	Ekman gr.	152,34	»	285,9	8,416	Toucha le bord supérieur, continua sa course sans faire de dégâts.	Intact.
8	Gruson gr.	153,85	»	287,3	8,584	Doublé coup 6 ; cible traversée.	Projectile brisé; fragments en arrière.
9	»	»	»	288,7	8,669	Doublé 7 et 8 dans une partie faible ; traversé la plaque, fissures à gauche dans celle-ci; matelas fortement endommagé.	Projectile brisé ; fragments en arrière.
10	»	»	16	266,3	7,378	Partie supérieure droite de la plaque, celle-ci peu endommagée ; un grand boulon brisé.	Projectile brisé; fragments en arrière.
11	»	»	»	262,3	7,159	Touché la partie droite, encore intacte, de la plaque; projectile resté dans le trou, sa pointe pénétrant dans le matelas.	Brisé en 3 morceaux.
12	»	»	»	267,1	7,420	Touché au-dessus de 11, une portion de la plaque déchirée, la pointe traversa la cible.	Brisé; pointe tombée derrière, culot devant la cible.
13	Gruson petit	149,65	16	271,9	7,482	Doublé 6, 7, 8 et 9; plaque détruite entièrement.	Projectile brisé.
						Canon de 24c (acier). — Plaque de 20c,32.	
1	Krupp.	161,00	22,3	323,0	11,367	Côté gauche supérieur; plaque traversée et déchirée; 1 grand boulon brisé.	Projectile entier, mais pointe faussée.
2	»	»	»	321,5	11,248	A gauche, entre 1 et le bord, pénètre de 42 centimètres, mais rejeté en arrière; partie gauche de la plaque brisée, matelas endommagé; 2 grands boulons brisés.	Entier, mais aplati de 22 millimètres ; pointe faussée.
3	»	»	»	322,6	11,326	Touché partie droite encore intacte; resté dans le trou, pointe dans le matelas.	Intact.
4	»	»	24,3	342,5	12,765	Touché au-dessus de 3 ; cible traversée.	Aplati de 28 millimètres, pointe déviée à 21mm,5 de l'axe du projectile.

mença les expériences en tirant le canon de fonte avec 16 kil. de poudre et le canon d'acier avec $22^k,3$.

Les formules de M. Hélie avaient donné pour les vitesses à 500 mètres.

Pour percer la plaque de	$15^c,24$ . . .	Vitesse	$280^m,9$
— —	$20,32$ . . .	—	$321,8$

Les vitesses observées dans le tir aux charges réduites furent les suivantes :

	V_0	V_{55}	V_{500}
Canon de fonte, charge 16 kil. .	274	272,9	266
Canon d'acier, charge $22^k,3$ . .	333,4	331,8	320,3

La concordance entre les résultats des calculs et les vitesses obtenues était donc suffisamment établie, et l'on commença le tir sur les plaques dont le tableau suivant donne un compte rendu.

En somme, voici les conclusions qu'on a pu tirer de ces expériences :

Pour percer une place de $0^m,1524$, il faut, avec un projectile de 24^c, un travail de 8 tonnes-mètres par centimètre de circonférence. Il faut 12 tonnes-mètres pour percer une plaque de $0^m,2032$.

Il en résulte que le projectile lancé par le canon de fonte, ayant normalement une vitesse initiale de 373 mètres, doit traverser une cuirasse de $0^m,15$ à 1 800 mètres.

De même, le canon d'acier lançant son projectile avec une vitesse de 472 mètres, permet de percer une cuirasse de $0^m,20$, y compris le matelas qui la soutient, à 1 800 mètres.

Le projectile Ekman, dont la pointe seule était durcie, s'est montré préférable à l'obus Gruson durci en entier ; ce dernier se brisait plus facilement.

Enfin, malgré leurs déformations, les obus Krupp ont donné de très bons résultats. (*Militaire Spectator.*)

Traduit par le *lieutenant d'artillerie*,

J. HALPHEN.

Italie : Armement de l'Italia et du Lepanto. — Ces deux navires, qui seront les plus grands cuirassés que possède l'Italie, sont protégés contre le feu de l'ennemi dans quelques parties seulement : les chaudières, les machines, les magasins, les réserves de projectiles et les passages conduisant au pont supérieur. Tout le reste est exposé sans cuirassement au tir de l'ennemi. La force motrice est de 15 000 chevaux-vapeur. L'armement comprend quatre canons de 100 tonnes placés à la hauteur exceptionnellement grande de 32 pieds 8 pouces ($9^m,95$) au-dessus de la ligne de flottaison et 18 canons de 38 tonnes, 6 sur le pont et 12 dans l'entrepont. Quatre sabords spéciaux permettent de projeter au dehors des torpilles Whitehead. La vitesse que l'on compte obtenir dépasserait 16 nœuds. (*The Army and Navy Gazette.*)

NÉCROLOGIE.

LE CHEF D'ESCADRON CARÉ.

Le commandant Caré (Joseph-Léon), né à Rugney (Vosges) le 22 juillet 1825, s'était engagé le 18 septembre 1843 au 2e régiment du génie. Admis dans l'artillerie comme 2e canonnier l'année suivante, il fut promu au grade de sous-lieutenant le 9 avril 1855 et mis à la disposition du général commandant l'artillerie de l'armée d'Orient. Il s'était embarqué pour la Crimée le 1er mai 1854 et passa deux ans en Orient. Quelques jours avant sa rentrée en France, le sous-lieutenant Caré fut décoré de la Légion d'honneur. Lieutenant en 1857, il fit la campagne d'Italie. Capitaine en 1863, il prit part à la campagne contre l'Allemagne, fut fait prisonnier à Sedan et emmené en captivité.

Le capitaine Caré fut désigné, en 1873, pour remplir les fonctions d'adjoint à la direction de l'artillerie de Cherbourg. Il fut maintenu à son poste au moment de sa promotion au grade de chef d'escadron, le 3 janvier 1877, et nommé, quelques mois après, sous-directeur dans la même résidence.

C'est à Cherbourg, à la suite d'une excursion en mer, nécessitée par le service, que le commandant Caré prit le germe de la maladie qui l'a emporté le 6 juin 1880.

Le Gérant : Ch. Norberg.

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES EXPÉRIENCES

EXÉCUTÉES PAR

L'ARTILLERIE AUTRICHIENNE

EN 1879.

Les indications suivantes sur les principales expériences exécutées en 1879 par l'artillerie autrichienne, sont extraites du compte rendu que le Comité d'artillerie de Vienne fait rédiger chaque année d'après les documents officiels et insérer dans les *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens.*

(N. d. l. R.)

Bien que l'année 1879 ait été remplie par un travail incessant, on n'a pas à signaler de grandes innovations en ce qui concerne le matériel.

L'emploi du matériel de campagne et de montagne n'a donné lieu à aucune difficulté pendant ces dernières années ; il n'était pas nécessaire de faire subir à ces pièces de nouvelles épreuves, et l'on n'a fait que compléter les données relatives aux effets du tir.

On a donc eu le temps de travailler sérieusement la question du matériel de place et de côte.

On avait décidé, en 1878, la construction d'un canon de 15^{c} de côte, en bronze-acier, se chargeant par la culasse, mais il fallait d'abord se rendre compte des effets des pièces de 15^{c} et de 12^{c} de siège et place avant de s'occuper des expériences préparatoires concernant deux nouvelles bouches à feu en bronze-acier : le canon court de 18^{c} de siège et le canon de 15^{c} de côte. On a cherché aussi à améliorer les conditions balistiques du tir en modifiant le tracé extérieur des projectiles, et leur effet utile en modifiant l'organisation intérieure. Quelques perfectionnements ont

été apportés aux armements et au mode de transport des pièces de place de construction ancienne.

Enfin, en ce qui concerne les armes portatives, on a fait des essais comparatifs de divers modèles de fusils à répétition et de revolvers.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE.

Pour compléter les expériences relatives au matériel de campagne et de montagne modèle 1875, il restait encore à déterminer la pénétration des projectiles de 8^{c} et de 9^{c} et la puissance d'éclatement de ces obus lorsqu'ils sont lancés contre un revêtement en bois de chêne. Ces données devaient être obtenues pour la distance de 1 000 pas (759 mètres), comme cela avait été fait les années précédentes dans des expériences analogues.

Cependant, pour épargner du temps et éviter de perdre un grand nombre de projectiles, on tira à charge réduite à la distance de 50 mètres de manière à obtenir les vitesses restantes que le tir de plein fouet eût données à 1 000 pas, soit 328 mètres pour l'obus de 8^{c} et 347 mètres pour celui de 9^{c}. Ces charges réduites étaient de 670 grammes de poudre à canon de 7^{mm} pour le premier et 1 050 grammes pour le second.

Le but se composait d'une muraille en bois de chêne mesurant 1^{m},43 de haut, 3^{m},20 de large et 1^{m},32 d'épaisseur, construite avec des lambourdes de 22^{c} sur 22 et de 22^{c} sur 24, réunies par des boulons.

Le tir a permis de poser les conclusions suivantes pour la distance de 750 mètres :

		Obus de 8^{c}.	Obus de 9^{c}.
Pénétration de l'obus lesté	centim.	78	100
Profondeur du point d'éclatement de l'obus chargé.	id.	38	50
Zone dans laquelle le bois est déchiré. dans le sens des fibres	id.	30	40
Zone dans laquelle le bois est déchiré. perpendiculairement aux fibres . . .	id.	16 à 22	20 à 24

Les éclats de la tête du projectile arrivent à peu près à la même profondeur que la pointe de l'obus lesté.

Au point d'impact, les lambourdes de la face antérieure sont fendues ; le logement que se fait le projectile est cylindrique et rempli d'éclats de bois nombreux.

Les revêtements en bois dur de $1^{m},50$ d'épaisseur ne peuvent résister que peu de temps au tir du canon de 9^{c}. Ce résultat est très important, car on aura souvent l'occasion de détruire des obstacles avec la pièce de 9^{c} à voie étroite, employée dans la guerre de montagne.

A la suite d'un accident qui était arrivé pendant une manœuvre avec des gargousses d'exercice pour canons de campagne, on avait agité la question de savoir s'il ne restait pas dans la chambre des parties enflammées du sachet pouvant provoquer l'inflammation inattendue de la charge suivante.

Pour s'en assurer, on tira 20 coups avec des gargousses d'exercice, en ouvrant rapidement la culasse dès que le coup était parti. Sept fois, on trouva des morceaux de sachet dans la moitié antérieure de la partie rayée, deux fois dans la moitié postérieure et une fois dans la chambre. Mais, quoique très chauds, ces fragments de sachets n'étaient pas enflammés.

ARTILLERIE DE SIÈGE ET PLACE ET DE COTE.

Canon de 12^{c}.

Les expériences commencées l'an dernier [1] sur le canon de bronze-acier de 12^{c} ont été reprises en 1879 et ont donné lieu à deux séries d'essais :

1° Tir du canon n° 1, monté sur affût élevé de batterie, muni d'une simple vis de pointage ;

2° Tir du canon n° 2, dont le poids a été porté à 1 800 kilogr., et qui est monté, à peu près en équilibre sur ses

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 413.

tourillons, sur un affût élevé de batterie en fer, muni d'un appareil de pointage à engrenages [1].

Tir du canon n° 1.

Les expériences exécutées avec ce canon ont porté sur les points suivants :

Tirs aux portées des shrapnels lestés.

Tir des shrapnels chargés : réglage, distance limite de l'effet utile, intervalle d'éclatement ; effet sur un but visible et sur un but caché.

Tir comparatif de deux modèles d'obus à anneaux.

Tir comparatif d'obus lestés et d'obus chargés contre des terrassements.

Recherche de la hausse à employer pour le tir à mitraille. Effets de ce tir.

Tir des shrapnels lestés. — En 1878, on avait tiré les shrapnels lestés de 12^{c} aux distances de 500 mètres, 1 000 mètres et 1 500 mètres ; on continua ces expériences en 1879 en tirant à 2 000 mètres et 2 500 mètres contre des cibles verticales et à 3 000 mètres sur le sol. Les shrapnels employés étaient du modèle n° 4 et on les lança avec une charge de 4 kilogr. de poudre à canon de 7^{mm}.

Le tableau de la page suivante donne les résultats du tir :

Sur 52 projectiles tirés en tout, il y eut un éclatement dans l'âme qui ne causa aucune avarie.

Tir des shrapnels chargés. — Pour déterminer le réglage de la fusée et le meilleur intervalle d'éclatement, on tira contre 3 rangées de panneaux, de 36 mètres de large sur 2^{m},70 de haut. Ces panneaux, divisés en 60 bandes verticales, étaient placés l'un derrière l'autre, à 20 mètres d'intervalle.

Le réglage fut déterminé d'après la vitesse de combustion de la fusée dont sont armés les shrapnels modèle 1866

[1] Les percussions considérables transmises à son affût par le canon de 12^{cm}, n'ont pu être amoindries qu'en portant le poids de la pièce de 1 400 à 1 800 kilos, c'est-à-dire à 100 fois le poids du projectile.

Pour augmenter la stabilité de l'affût on lui a donné une voie de 1^{m},53.

DISTANCE.		2 000m.	2 500m.	3 040m.
Poids du shrapnel n° IV. . .	kilogr.	19,7	19,7	19,7
— de la charge.	id.	4	4	4
Direction du vent.	degrés.	237°	225°	171°
Vitesse du vent.	mètres	1,2	0,6	1,0
Dérive (à droite)	millim.	1,5	»	»
Hausse.	id.	64	86,7	»
Angle de tir.	degrés.	3°13' 3/4	4°32' 1/2	6°
Angle de site du point moyen.	id.	0°24' 1/4	0°22' 1/4	0°26' 1/4
Angle de chute id.	id.	4°11' 3/4	7°4' 1/2	»
Nombre des coups relevés.		12	13	18
Écart moyen — en portée. . .	mètres.	7,1	7,3	8,6
Écart moyen — en direction .	id.	0,8	0,9	2,0
Écart moyen — en hauteur. .	id.	0,6	0,9	»
Espace comprenant 50 °/o des coups. — Longueur . .	id.	12,0	12,3	14,5
Espace comprenant 50 °/o des coups. — Largeur . . .	id.	1,4	1,5	3,4
Espace comprenant 50 °/o des coups. — Hauteur . . .	id.	1,0	1,5	»
Espace comprenant tous les coups — Longueur . .	id.	27,3	29,9	44,5
Espace comprenant tous les coups — Largeur . . .	id.	3,0	2,5	12,6
Espace comprenant tous les coups — Hauteur. . .	id.	2,3	3,3	»
Durée du trajet.	secondes.	5,3	6,8	8,9

et modèle 1878, en tenant compte de la durée du trajet. On modifia le résultat donné par le premier coup, de manière à ménager un intervalle d'éclatement de 100 mètres, comme il était convenu dans le programme d'expériences. On fut bientôt convaincu qu'un intervalle de 200 mètres donnait aussi d'excellents résultats, et l'on modifia de nouveau le réglage de manière à obtenir ce dernier intervalle.

Le tableau suivant donne les résultats de ces expériences :

DISTANCE.	NOMBRE de coups.	NOMBRE de divisions du cadran.	DURÉE de la combustion.	DISTANCE d'éclatement du projectile.
mètres.			secondes.	mètres.
500	4	1 1/2	0,8	314
500	4	2	1,1	393
1 000	8	4 1/2	2,2	875
1 500	7	7 1/4	3,5	1 317
1 500	3	7 5/8	3,7	1 418
2 000	8	10 1/2	5,2	1 892
2 500	9	13 3/4	6,9	2 374
3 000	13	16 1/2	8,5	2 849

Avec la fusée à cadran modèle 1866, la distance limite à laquelle le tir du canon de bronze-acier de 12^{c} donne un effet utile suffisant est de 3 000 mètres. L'intervalle d'éclatement le plus convenable est 150 mètres, que l'ennemi soit en ordre profond ou en ordre dispersé.

Le maximum de l'effet utile contre des panneaux figurant des troupes déployées a été obtenu en touchant 33 des 60 bandes verticales tracées sur les panneaux, soit la moitié environ. Contre des panneaux figurant des troupes en ordre profond, ce maximum a été atteint en touchant 81 bandes sur 180, soit 4/9 du nombre total.

L'intervalle d'éclatement peut varier entre 70 mètres et 300 mètres sans que l'effet utile des shrapnels varie beaucoup ; avec 300 mètres d'intervalle, le nombre des bandes touchées est encore assez considérable. Ce nombre n'est guère diminué quand la distance de tir augmente, car on l'a trouvé de 83 au maximum, entre 2 000 mètres et 2 500 mètres, et il est encore de 77 à 3 000 mètres.

Les observations qu'on a faites sur la dispersion des éclats ont montré que, jusqu'à 2 000 mètres, la trace de la gerbe sur le sol avait une longueur de 500 à 700 mètres; de 2 500 mètres à 3 000 mètres, cette longueur est réduite et se trouve comprise entre 380 et 600 mètres. La largeur varie de 80 à 170 mètres.

Le tir à shrapnels sur un but caché derrière un obstacle était destiné à fixer la valeur des bouches à feu comme pièces de siège ; il fut conduit comme le tir qu'on exécute contre un ouvrage de fortification.

On prit comme but la face gauche de l'ouvrage type construit sur le Steinfeld, dont la crête s'élève à 4 mètres au-dessus du sol et à 2^{m},30 au-dessus du terre-plein, sur lequel on avait disposé 4 affûts en voliges, de 2 mètres de haut sur 1^{m},20 de large, et des cibles de 1^{m},80 sur 0^{m},60, représentant les servants à leur poste réglementaire.

Pour voir jusqu'à quel point les communications pouvaient être entravées dans l'ouvrage pendant le tir à shrap-

nels, on disposa à l'extrémité du terre-plein une rangée de panneaux de $1^m,80$, et quatre rangées semblables dans la cour intérieure de l'ouvrage. La crête défilait les cibles les plus rapprochées sous l'angle de 19°, celles du milieu à 10° et les plus éloignées à 7°. L'angle de défilement des rangées de panneaux variait entre $4° \frac{1}{2}$ et $1° \frac{1}{2}$.

On commença à tirer entre 2 000 mètres et 3 000 mètres, car, aux distances moindres, la trajectoire est trop tendue pour que les shrapnels puissent être d'un grand effet.

A 3000 mètres, les circonstances atmosphériques empêchèrent d'amener le point d'éclatement suffisamment près du but, quoiqu'on eût disposé l'index sur la dernière division de la graduation.

On fit alors une série de tirs à 2 800 mètres. On employa d'abord un intervalle moyen positif de 40 mètres environ; mais on dut modifier le réglage pour placer convenablement le point d'éclatement.

Les affûts en voliges n'ont reçu que peu d'éclats, quel que soit l'intervalle d'éclatement employé, d'où il semble résulter que cet intervalle importe peu quand il s'agit d'un but placé tout près de l'épaulement qui le protège. Mais il est établi que le tir à shrapnels diminue considérablement la sécurité des servants et que l'effet de ces projectiles peut être notablement augmenté si l'on parvient à écrêter le parapet et à rabaisser la masse couvrante. Les effets des shrapnels sur les panneaux placés à l'extrémité du terre-plein et dans la cour intérieure furent considérables.

Si l'on compare ces effets avec ceux du shrapnel modèle 1878, tiré avec le canon de 12c, modèle 1861, se chargeant par la culasse, on voit que, jusqu'à 1 500 mètres, le canon de bronze-acier permet d'atteindre le même nombre de bandes avec un intervalle d'éclatement presque double. A 2 000 mètres et 2 500 mètres, le canon de bronze-acier prend une supériorité marquée, quant au nombre des bandes touchées.

Tir comparatif de deux modèles d'obus à anneaux. — Ce tir donna des résultats tels qu'il fit renoncer à l'emploi de l'obus à double paroi pour les canons de 12^{c} en bronze-acier.

Tir comparatif d'obus lestés et d'obus chargés contre des terrassements. — Pour déterminer la puissance de pénétration des obus, on employa des projectiles lestés pesant 16,7 kilogr., et l'on tira sur un parapet de l'ouvrage type du Steinfeld, ayant 6 mètres d'épaisseur et construit avec de la bonne terre de jardin.

La bouche à feu fut mise en batterie à 1 000 mètres de l'épaulement, et l'on tira à la charge de 4 kilogr. de poudre de 7^{mm}, ce qui donnait au projectile une vitesse restante de 376 mètres au point d'impact.

Trois projectiles lestés frappèrent le parapet et s'enfoncèrent à 2^{m},20, 2^{m},45 et 2^{m},10, profondeur mesurée jusqu'au culot, ce qui donne en moyenne 2^{m},25. La profondeur totale, y compris le logement creusé par le projectile, fut de 2^{m},40, 2^{m},75 et 2^{m},20.

Le canal formé par chacun des obus était contourné vers la droite ; la pointe du premier se trouvait à 0^{m},20, celle des deux autres à 1 mètre à droite du point de chute.

On tira sur le même but pour déterminer les effets de pénétration et d'éclatement des projectiles chargés. Les trois obus reçurent une charge intérieure de 0^{k},950 de poudre à canon B, et la fusée percutante modèle 1875, avec 1^{gr},2 de poudre à fusil sous l'amorce, pour faciliter la mise de feu.

La largeur des entonnoirs formés varia entre 1^{m},10 et 2^{m},10, la hauteur entre 1^{m},90 et 2^{m},20 et la profondeur entre 0^{m},2 et 0^{m},3.

En creusant dans le parapet, on retrouva les premiers éclats à une profondeur variant entre 1^{m},20 et 1^{m},70, la masse des éclats de 1^{m},40 à 1^{m},80 et ceux de la pointe du projectile entre 1^{m},80 et 2^{m},10.

Aucun des projectiles ne lança d'éclats en dehors du

parapet. On chercha à voir si l'on pouvait, avec un petit nombre de projectiles, écrêter le parapet en un point, de manière à y former une sorte d'embrasure, et, dans ce but, on tira 20 coups sur un épaulement qui couvrait un affût en voliges de 2 mètres de haut sur 1^{m},20 de large, entouré de cibles représentant des servants, derrière lesquelles on avait disposé des panneaux comme nous l'avons indiqué précédemment.

Les premiers coups furent pointés à 1 mètre au-dessous de la crête extérieure, les autres au pied du parapet. Quand la trouée fut faite, on recommença à tirer sur la crête et l'on agrandit la brèche.

Un projectile qui avait touché à 1^{m},10 à gauche du but ne produisit aucun effet. Un autre tomba sur la plongée, à 3^{m},10 de la crête extérieure, en un point qui était encore intact, fit un sillon de 1^{m},70 de long, 0^{m},4 de large et 0^{m},2 de profondeur et resta inutile pour la formation de la brèche.

Au treizième projectile, le parapet était écrêté, le créneau formé commençait à 1^{m},70 en avant de la crête extérieure et avait les dimensions suivantes :

		Après 13 coups.	Après 18 coups.
		—	—
Longueur	mètres	7	7
Largeur à l'origine	id.	2,70	4
Profondeur.	id.	1 à 3,40	0,8
Largeur en avant de la crête intérieure	id.	2,20	3
Profondeur — —	id.	0,45	0,65
Largeur sur le talus intérieur . . .	id.	1,70	1,70
Profondeur —	id.	0,33	0,33

Aucun des projectiles qui ont éclaté dans les terres n'a donné d'éclats dans les cibles. On a retrouvé en moyenne 3 éclats par coup sur la plongée et le terre-plein ; quelques-uns ont été lancés à 100 mètres de distance.

Tir à mitraille. — On exécuta le tir à mitraille aux distances de 200, 400, 600 et 700 mètres contre trois rangées

de panneaux placées l'une derrière l'autre à 20 mètres d'intervalle et mesurant 36 mètres de largeur sur 2^{m},70 de haut. Elles étaient divisées en 60 bandes verticales.

Il s'agissait de déterminer la hausse la plus convenable pour obtenir le maximum d'effet utile à ces différentes distances. A cet effet, on exécuta des séries de tir de 3 coups. Ces expériences montrèrent que le tir à mitraille donne des résultats satisfaisants jusqu'à 700 mètres sur un sol uni et 600 mètres sur un sol défavorable.

Avec la hausse la plus convenable, on obtint les nombres suivants de bandes touchées sur la première rangée de panneaux en ne prenant ces bandes que sur une hauteur de 1^{m},80 (infanterie) :

Entre 200 et 400 mètres	19 bandes
A 600 mètres.	9 —
A 700 —	5 —

En prenant les bandes sur toute leur hauteur (cavalerie), on obtint :

Entre 200 et 400 mètres	25 bandes
A 600 —	13 —
A 700 —	7 —

On ne doit donc compter sur un effet utile considérable que jusqu'à 400 mètres, et l'on peut, sans rien changer aux résultats du tir, employer une hausse constante jusqu'à cette distance.

En ce qui concerne l'étendue de la gerbe, on a fait les remarques suivantes : dans le tir à 200 mètres, les balles sont projetées jusqu'à 700 mètres au delà des panneaux, jusqu'à 400 mètres au delà, dans le tir à 400 mètres, de 130 à 200 mètres dans le tir à 600 mètres, et de 50 à 70 mètres dans le tir à 700 mètres. On a ainsi en général une zone dangereuse de 800 à 900 mètres, dont la largeur varie de 60 à 120 mètres.

Tir du canon n° 2. — Les expériences exécutées avec le canon de 12^{c} en bronze-acier n° 2 avaient pour but prin-

cipal l'essai des projectiles dans lesquels on avait remplacé la ceinture avant en cuivre, par une ceinture de centrage en fer de 15 millimètres de hauteur encastrée dans l'ogive. Le diamètre extérieur de cette ceinture directrice était fixé de manière à laisser un jeu de $0^{mm},2$ entre cette ceinture et les cloisons. On reconnut que ce jeu, destiné à ménager la bouche à feu, nuisait à la précision du tir aux grandes distances, et l'on revint à la ceinture de cuivre qui, n'ayant pas de jeu, donna de meilleurs résultats.

L'affût dont la voie avait été portée à $1^{m},53$ se montra plus résistant que celui du canon n° 1 ; cependant, l'appareil de pointage comportant un système d'engrenages, a paru moins bon que la vis double employée pour les affûts de batterie élevés. Ce dernier dispositif permet d'éviter le fouettement de la volée.

Dans ces expériences, on a pu se convaincre que la pièce de 12^{c} répond à toutes les conditions de solidité qu'on en attendait pour le service de siège et de place.

Canon de 15^{c} de siège.

Les expériences auxquelles cette pièce a donné lieu se divisent en deux parties.

1° Tir des canons n° 2 et n° 3 sur affût élevé de batterie à vis de pointage simple ; avec des projectiles munis de deux ceintures de cuivre.

2° Tir du canon n° 6 monté sur affût élevé de batterie muni d'un système de pointage à engrenages, avec des projectiles à ceinture de centrage en fer.

Les expériences sur les canons 2 et 3 ont porté sur les points suivants :

Tir aux vitesses. Charge de poudre de 21^{mm} nécessaire pour donner au projectile de 38 kil. une vitesse de 425 mètres à 50 mètres de la bouche.

Tir à shrapnels. Réglage de la fusée. Détermination de l'effet utile maximum.

Tir à obus ordinaire. Recherche des effets de pénétration dans les terrassements produits par un seul projectile et par plusieurs obus frappant au même point.

Tir au-dessous de l'horizon avec et sans freins de recul.

Essai d'une poudre de 21^{mm} de fabrication simplifiée.

Tir aux vitesses. — La charge qui a donné au projectile de 38 kil. la vitesse de 425 mètres à 50 mètres de la bouche, est celle de 9,4 kil. de poudre de 21^{mm}. La densité des grains est de 1,718 ; les pressions intérieures n'ont pas dépassé 1 583 atmosphères.

Après ces premiers tirs effectués avec les canons n° 2 et n° 3, on résolut de laisser de côté le canon n° 3 dont la chambre à poudre et le cône de raccordement étaient dégradés, pour ne se servir que du canon n° 2.

Tir à shrapnels. — On a cherché à déterminer le réglage de la fusée et à se rendre compte de l'effet utile du shrapnel aux différentes distances. Le but se composait de cibles divisées en bandes verticales de 60 centimètres de large. Le tableau de la page suivante donne les résultats du tir.

L'intervalle d'éclaiement le plus convenable entre 2 500 et 3 000 mètres est de 150 mètres ; aux distances moindres, le maximum de l'effet utile est obtenu avec un intervalle de 200 mètres. La distance de 3 000 mètres est une limite qu'il ne faut pas dépasser. On se rend compte de l'effet utile des shrapnels par l'examen des nombres suivants :

Sur un des panneaux figurant une troupe déployée, on a relevé en moyenne 38 bandes touchées sur 60 par projectile, soit 2/3 environ. Sur des panneaux figurant une troupe en ordre profond, on a relevé 100 bandes touchées sur 180, soit 5/9 environ.

Les conclusions qu'on a pu tirer de ces expériences sont conformes à celles qu'on a déduites du tir des pièces de 12^{c} au sujet de l'intervalle d'éclatement et de l'effet utile des shrapnels.

Tir à obus ordinaires contre des terrassements. — La pièce avait été mise en batterie à 1 000 mètres de l'ouvrage type

DISTANCE.	NOMBRE de coups.	NOMBRE de divisions du cadran.	DURÉE de combustion.	DISTANCE du point d'éclatement.
Mètres.			Secondes.	Mètres.
500	9	2	0,93	313
1 000	3	4 2/4	1,59	631
	3	5 1/4	1,80	714
	5	6	2,67	929
1 500	3	7	3,09	1 174
	3	7 2/4	3,35	1 170
	2	8	3,39	1 240
	8	8 2/4	3,66	1 343
2 000	2	11 1/4	4,98	1 700
	2	11 3/4	4,92	1 762
	8	12	5,19	1 797
	2	12 1/4	5,73	1 925
2 500	2	14 1/4	6,71	2 218
	2	14 2/4	6,60	2 236
	5	15	6,50	2 249
	9	15 2/4	6,71	2 345
3 000	8	18 2/4	8,59	2 842
	10	18 2/4	8,32	2 777

du Steinfeld, et tira contre un parapet de 6 mètres d'épaisseur. Le projectile pesant 32 kil. était lancé par une charge de 9,4 kil. de poudre qui lui donnait à 1000 mètres une vitesse restante de 371 mètres.

La profondeur du canal percé dans la terre par chacun des deux projectiles lestés qui ont touché le but a été de $3^m,2$ et $3^m,7$, soit $3^m,45$ en moyenne, pénétration mesurée jusqu'au culot du projectile. Le canal était contourné vers la droite, sa profondeur totale était de $3^m,50$ et 4 mètres, soit $3^m,75$ en moyenne.

Un troisième obus lesté toucha l'épaulement à $0^m,80$ au-dessous de la crête extérieure, fit une trouée de $3^m,60$ de

long, ressortit par la plongée et fut retrouvé à 1^{m},20 en arrière du point d'où il avait surgi.

Les obus chargés contenaient une charge de 1,79 kilogr. de poudre à canon B, ils étaient armés de la fusée percutante modèle 1875 dans laquelle on avait disposé sous l'amorce une charge de 1^{gr},2 de poudre à fusil destinée à faciliter l'éclatement.

On tira 3 coups qui produisirent dans le talus extérieur un entonnoir de 2^{m},20 de large, 2^{m},80 de long et 0^{m},60 de profondeur.

Après avoir enlevé les terres, on reconnut que les premiers éclats se trouvaient entre 1^{m},40 et 1^{m},80 de profondeur, le groupe principal entre 2^{m},60 et 2^{m},80, ceux de la pointe de l'obus entre 2^{m},80 et 2^{m},90.

Un projectile, qui frappa à 1^{m},80 au-dessous de la crête extérieure, donna plusieurs éclats qui sortirent par la plongée.

Le tir destiné à faire une brèche dans un parapet en terre fut conduit comme le tir analogue du canon de 12^{c} dont nous avons parlé plus haut et donna les résultats suivants :

	Après 12 coups.	Après 18 coups.
Largeur à l'aplomb de la crête extérieure . .	4^{m},40	4,40
Profondeur — —	1 ,10	1,10
Largeur à 2^{m} en avant de la crête intérieure .	2 ,20	2,40
Profondeur — — — .	0 ,80	0,80
Largeur sur le talus intérieur	2 ,50	4,50
Profondeur —	0 ,40	0,85

La terre avait été projetée derrière l'épaulement sur 4^{m},50 de long et 2 mètres de large.

Tant que la brèche ne fut pas achevée, les cibles représentant des servants qu'on avait placées sur le terre-plein ne reçurent qu'un seul éclat. Dès que la trouée fut faite, il y eut de 4 à 6 cibles touchées par coup.

Quant aux cinq rangées de panneaux disposées en arrière du terre-plein et dont nous avons déjà parlé, elles

reçurent, la première 12 éclats, la deuxième et la troisième 6 éclats, la quatrième 3 éclats, et la cinquième 2 éclats par coup.

Tir au-dessous de l'horizon.—Ces expériences ont donné lieu aux remarques qui suivent :

Dans le tir sur des plates-formes inclinées vers l'avant, de manière à tirer au-dessous de l'horizon, il a paru avantageux de ne pas se servir des coins de recul : la batterie d'attaque qui a servi aux expériences était construite en béton.

La largeur de l'emplacement réservé à la pièce doit être suffisante pour que le service soit facile. Le lit de lambourdes qui supporte la plate-forme doit s'étendre jusqu'à l'extrémité du terre-plein. On doit disposer un heurtoir solide en avant de cette plate-forme pour limiter la course de la pièce lorsqu'elle revient en batterie. La rampe d'accès doit avoir la même largeur que la plate-forme pour éviter que les coins de recul ou l'avant-train ne glissent sur le talus pendant le tir ou les manœuvres.

La rampe doit être aussi recouverte de madriers, pour éviter d'endommager le matériel. Lorsque la plate-forme est mouillée ou suffisamment lisse, on ne doit pas se servir des coins, car, dans ce cas, la mise en batterie est assez facile.

Le temps nécessaire pour tirer un coup varie entre 4 et 6 minutes. Le service de la pièce et le transport du projectile se font sans difficulté.

Essai d'une poudre de fabrication simplifiée. — On fit des expériences relatives au choix d'une poudre pour le tir du canon de 15^{c} de côte et l'on employa une poudre à grains de 21^{mm}, dont la fabrication avait été simplifiée. Ces essais font suite à ceux qui ont été commencés en 1878 et dont la *Revue* a déjà parlé [1]. Ils ont amené à conclure qu'on emploierait provisoirement, pour le tir du canon de 15 de côte, une poudre dont la densité est 1,755.

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 407.

II. — *Tir des projectiles à ceinture de centrage en fer.* — Ce tir fut exécuté avec le canon de 15ᶜ n° 6, en bronze-acier. Il montra que la précision du tir est insuffisante avec les projectiles munis de ceintures de centrage en fer et que la vis de pointage est préférable à un système d'engrenages.

Canon court de 18ᶜ de siége.

On commença en 1879 les expériences relatives au canon court de siège de 18ᶜ, en bronze-acier, se chargeant par la culasse. Cette bouche à feu est destinée à remplacer avec avantage le canon court de 15ᶜ en fonte pour le tir indirect dans l'attaque des places. Les raisons qui ont conduit à la construction d'une telle pièce sont les suivantes :

Les profils employés actuellement pour défiler les escarpes nécessitent l'emploi de projectiles qui aient une trajectoire très-courbe en même temps qu'un effet considérable.

Le projectile doit tomber sur le but sous un angle d'environ 25°. Le canon court de 15ᶜ en fonte, modèle 1873, lance un projectile dont les effets d'éclatement ne sont pas suffisants.

On ne pouvait donner une grande courbure à la trajectoire tout en conservant une précision de tir suffisante, qu'en augmentant le poids du projectile.

Le *Militär-Comité* a émis l'avis que le calibre de 18ᶜ satisferait à toutes ces conditions sans que le projectile cessât d'être transportable.

Le canon court de 18ᶜ a une longueur totale de 2ᵐ,20 ; son poids est de 2 046 kilogr., soit 450 kilogr. de plus que le canon de 15ᶜ modèle 1873.

Le tracé extérieur ne diffère de celui du canon de 15ᶜ long en bronze-acier que par la suppression de la frette en bronze-acier qui se trouve à l'aplomb de la chambre ; la longueur du tube est de 9,5 calibres ; il porte 40 rayures parallèles à pas rapidement progressif.

La partie rayée de la chambre à obus était aménagée pour recevoir un projectile à ceinture de centrage en fer.

Le poids de l'obus ordinaire de 18c est le double de celui de 15c, et la vitesse initale est de 7 mètres plus grande lorsqu'on emploie la plus forte charge; la force vive totale à la bouche est de 171 tonnes-mètres, soit 100 tonnes-mètres de plus environ que celle du canon de 15c modèle 1873. On trouve, ci-après, quelques données relatives aux deux projectiles de 18c.

Obus ordinaire	Longueur	calib.	2,8
	Poids	kil.	56
	Charge d'éclatement poudre à canon	kil.	3,5
Shrapnel	Longueur	calib.	2,5
	Poids	kil.	62
	Nombre de balles de 31gr,5 en plomb		640
	Nombre de balles Diamètre	millim.	18
	Charge d'éclatement (poudre à fusil)	kil.	0,95
Charge maximum de la pièce (poudre à canon de 7mm)		kll.	3
Vitesse initiale correspondante		mèt.	244,7

La supériorité des effets de percussion et de pénétration du projectile de 18c sur ceux du projectile de 15c est assurée, même aux grandes distances, à cause de la différence des poids par centimètre carré de section droite, 220 grammes pour le 18c et 160 grammes pour le 15c.

		Canon de 15c.	Canon de 18c.
Vitesses restantes	à 1 500m	207m	226m
	à 2 000m	199m	220m
Forces vives restantes	à 1 500m	146 t.-m.	62 t.-m.
	à 2 000m	138 t.-m.	57 t.-m.

Les différentes expériences faites jusqu'ici avec le canon de 18c ont montré que la précision du tir est satisfaisante. Sous l'angle de 35°, la portée est de 4 755 mètres et la dispersion en portée est de 72 mètres seulement. On voit donc que cette pièce pourra être employée avec avantage dès la première période d'un siège.

Canon de 15c de côte.

Lorsqu'on a discuté la construction du canon de côte de 15c en bronze-acier [1], on a décidé que, sans dépasser la pression de 2 600 atmosphères, on devait obtenir une force vive totale de 660 tonnes-mètres à la bouche de la pièce. Ce résultat devait être atteint en augmentant le poids du projectile, ce qui évitait la nécessité d'une vitesse initiale exagérée. Le projectile de rupture fut donc construit avec 3,5 calibres de longueur ; sa stabilité dans l'air était assurée en donnant aux rayures, qui commencent dans la chambre même, un pas progressif jusqu'aux 2/3 de l'âme et un pas constant sur le dernier tiers.

Voici quelques renseignements numériques sur cette nouvelle pièce :

Longueur totale du canon	mètr.	4,17
Poids.	kil.	5 100
Longueur de la partie rayée.	mètr.	2,96
Nombre des rayures parallèles		36
Profondeur — —	millim.	1,5
Largeur — —	—	9,5

La chambre, où commencent les rayures, est disposée pour recevoir un projectile à ceinture de centrage en fer.

Le coin, en bronze-acier, est plat et muni d'une vis de transport. La pièce est en équilibre sur ses tourillons, elle est reliée à un appareil de pointage à engrenages par une articulation située sous le tonnerre.

L'obus ordinaire a, comme l'obus de rupture, 3,5 calibres de longueur ; il contient 2 kil. de poudre à canon, tandis que le second n'en contient que $0^k,680$. Le poids moyen du projectile de rupture est de 50 kil., celui de l'obus ordinaire est $42^k,6$.

L'affût, muni de son appareil de pointage à engrenages, est placé sur un châssis qui tourne autour d'un pivot

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 412.

placé à l'avant et qui porte un frein hydraulique. La construction de cet affût est analogue à celle de l'affût en tôle pour canon de côte de 24ᶜ Krupp [1].

Poids de l'affût	kil.	1 670
— du châssis	—	4 825
— du petit châssis	—	2 240
Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du sol	mètr.	2,25
Largeur de la plate-forme	—	3
Longueur —	—	5,25
Champ de tir horizontal		120°

La plate-forme est construite en béton ; le petit châssis est établi sur des fondations de 1ᵐ,50 et fixé par 8 forts boulons et des plaques de fonte.

La plate-forme porte deux voies circulaires concentriques, sur lesquelles se meuvent les roulettes du châssis.

Pour les expériences qu'on devait faire tant avec cette pièce qu'avec d'autres bouches à feu de gros calibre, on avait construit comme but une batterie enfoncée de 3 mètres, ayant 100 mètres de longueur et 9 mètres de large, protégée dans la direction du tir par un épaulement s'élevant à 6 mètres au-dessus du sol et mesurant 8 mètres de large et 8 mètres d'épaisseur. La face extérieure était garnie de 3 mètres de terre de jardin.

La série d'expériences de 1879 se termina par un coup tiré contre l'épaulement, avec le projectile de rupture de 50 kil., à la charge de 12 kil. de poudre cubique de 21ᵐᵐ (densité du grain, 1,755). Les entretoises de l'affût furent fendues, et l'affût, en sautant, brisa la tige du piston du frein hydraulique.

La vitesse du projectile à 50 mètres de la bouche était de 412ᵐ,9 ; la pression intérieure de 1 309 atmosphères. Ces résultats permettent de supposer qu'avec ce genre de poudre on pourra atteindre une vitesse initiale limite de 500 mètres.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. VI, p. 230, et t. III, p. 117.

Les expériences avec le canon en bronze-acier de 15c de côte seront continuées en 1880.

ARMES PORTATIVES.

L'adoption de la cartouche renforcée modèle 1877 nécessitait de nouvelles expériences pour déterminer les écarts obtenus dans le feu par salve ou le feu rapide d'un groupe de tireurs [1], afin de modifier en conséquence les instructions de tir pour l'infanterie et les chasseurs.

Ces expériences furent faites par une commission spéciale, qui détermina la dispersion du tir d'un groupe et les zones dangereuses aux différentes distances. Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

DISTANCES.		ZONES DANGEREUSES.			
		Infanterie : 1m,80.		Cavalerie : 2m,70.	
pas.	mètres.	pas.	mètres.	pas.	mètres.
200	151,7	500	379,3	500	379,3
300	227,6	500	379,3	500	379,3
400	303,4	613	465,0	613	465,0
500	379,3	713	540,8	713	540,8
600	455,2	813	616,7	813	616,7
800	606,9	502	380,8	553	419,4
1 000	758,6	421	319,2	451	342,0
1 200	910,3	339	257,2	361	273,8
1 400	1 062,0	281	213,0	291	222,9
1 600	1 213,8	276	209,3	284	215,4
1 800	1 365,5	273	207,0	276	209,3
2 100	1 593,1	263	199,4	272	206,2

On a exécuté 4 espèces de tir avec des groupes de tireurs.

Tir avec la hausse correspondante à la distance du but.

Tir avec une hausse constante inférieure à la plus petite distance.

Emploi de 2 hausses différant de 100 pas aux distances moyennes.

Emploi de 3 hausses différant de 100 pas pour les grandes distances (1 000 à 2 100 pas).

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XVI, p. 78.

En outre, on fit des expériences sur la pénétration des balles de fusil et de carabine dans divers milieux : terre, bois, neige, pour déterminer le degré de résistance des revêtements exécutés avec ces matières. Les résultats doivent en être consignés dans la nouvelle instruction de tir.

Les épaisseurs nécessaires pour qu'une balle de cartouche modèle 1877 ne perce pas un tel revêtement sont les suivantes :

Terre.	35 à 40 centimètres.
Bois dur et sec	12 à 15 —
Bois tendre et sec.	23 à 25 —
Neige	1m,80 à 2 mètres.

Fusils à répétition.

Les différents modèles de fusils à répétition qui ont été proposés, ont été comparés au fusil Kropatschek qu'on a reconnu le plus propre au service de guerre. Cette arme a montré d'excellentes qualités : manœuvre facile, dispositif commode pour les feux rapides, fonctionnement aisé des différentes pièces, solidité de l'appareil de fermeture aussi bien que du mécanisme de répétition. Ces résultats ont amené à tenter en 1880 un essai en grand, et 410 fusils Kropatschek ont été distribués aux troupes.

Parmi les principaux modèles proposés, nous devons citer le système Spitalsky et le système de l'ingénieur Mannlicher. Le premier a déjà été décrit sommairement[1]; quant au second, il repose sur l'emploi d'un magasin contenu dans la crosse, et d'un dispositif qui permet de saisir la cartouche par le bourrelet pour la porter en avant en la poussant dans le fût. Mais ce dispositif n'a pas assez bien fonctionné au cours des expériences, pour qu'on puisse l'adapter aux armes de guerre.

Le système Spitalsky donna de bons résultats, et ne fut

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 422.

considéré comme inférieur au système Kropatschek que parce qu'il est composé d'un plus grand nombre de pièces et que son magasin contient 2 cartouches de moins.

M. Werndl, le directeur de la manufacture de Steyer, a aussi proposé un modèle de fusil à répétition dont le principe est analogue à celui du fusil Kropatschek, et dont le fût en tôle d'acier renferme 3 tubes contenant chacun 9 cartouches. Cette arme peut donc porter 27 cartouches sans compter celles qui se trouvent dans le transporteur et dans la chambre, soit en tout 29 coups.

Les expériences sur ces armes à répétition ont été provisoirement suspendues.

Revolvers.

L'arsenal de Vienne a été chargé en 1879 d'études sur un nouveau revolver qui devait réunir tous les perfectionnements apportés à cette arme jusqu'à ce jour. Le prix devait en être aussi peu élevé que possible et le métal employé à sa fabrication devait être le bronze durci.

Plusieurs revolvers du nouveau système fabriqués avec ce métal ont été soumis à diverses épreuves. On a reconnu que le bronze n'est pas assez résistant; des érosions se produisent à la partie postérieure du canon et quelques pièces du mécanisme se déforment de manière à entraver le fonctionnement régulier de l'arme. On a donc renoncé à l'emploi du bronze.

M. Mauser, directeur de la manufacture d'Oberndorf (Wurtemberg), a aussi présenté un modèle de revolver qui est remarquable par l'originalité et la solidité de sa construction.

La rotation du barillet y est obtenue comme il suit :

La surface extérieure du barillet porte autant de rainures parallèles à l'axe qu'il y a de chambres. Chacune de ces rainures est reliée à la suivante par une rainure hélicoïdale de même profondeur, qui commence près de l'extré-

mité postérieure de la première et se termine près de l'extrémité antérieure de la seconde.

Dans la partie inférieure de la carcasse, se trouve une tige cylindrique parallèle à l'axe du barillet et entourée d'un ressort à boudin qui tend toujours à la pousser en arrière. La partie postérieure de cette tige est reliée à la noix du chien, elle porte deux crans (cran de l'armé et cran de sûreté), dans lesquels le bec de la détente peut s'engager, enfin elle est munie, sur la génératrice supérieure, d'un ergot qui s'engage dans les rainures du barillet.

Lorsqu'on relève le chien pour armer, la noix pousse la tige en avant et l'ergot, qui s'engage dans la rainure hélicoïdale, fait tourner le barillet. Lorsqu'on presse sur la détente, le ressort qui entoure la tige pousse celle-ci en arrière, le chien s'abat tandis que l'ergot, engagé dans la rainure qui suit la génératrice, ne donne aucun mouvement au barillet [1].

Ce mécanisme a été appliqué à deux modèles qui ne diffèrent que sur un point : l'un est à canon fixe, l'autre permet de rabattre le canon et le barillet autour d'un pivot, et de chasser les douilles vides par le mouvement d'une griffe. Les mouvements nécessaires pour charger et décharger sont simplifiés dans le second modèle.

Toutefois, le premier seul a été expérimenté en Autriche ; il avait $10^{mm},6$ de calibre et a donné de très bons résultats. On en a conclu que ce revolver était très propre au service de guerre.

Le projet de revolver proposé par M. Gasser se distingue en ce que la crémaillère, au lieu d'être près de l'axe, se trouve sur la surface extérieure du barillet. Cette modification permet de rendre plus facile la rotation du barillet et de retarder la mise hors de service de la crémaillère.

---

[1] En 1861, ce système de rainures avait déjà été appliqué en Amérique au revolver Elliot. (*N. du tr.*)

Le fonctionnement est donc plus régulier et la durée est plus grande.

Enfin, on a encore essayé le revolver Sederl, caractérisé par l'emploi d'un extracteur disposé de telle sorte que le chien, en s'abattant pour faire partir un coup, détermine l'expulsion de la douille du coup précédent. Les expériences ont montré que ce dispositif a besoin d'être perfectionné pour donner les résultats qu'on en attendait.

L'occupation de la Bosnie et de l'Herzégovine a permis d'étendre les épreuves à faire subir à la carabine Werndl concernant la solidité et la conservation de cette arme. Les carabines qui ont été ramassées sur les champs de bataille de la Bosnie ont été envoyées à l'arsenal de Vienne pour y être réparées et soumises à quelques expériences.

Ces expériences ont permis de déterminer : 1° les moyens par lesquels on peut remettre en état les armes qui, en campagne, sont fortement endommagées par la rouille.

2° La limite d'importance des défauts du canon qui n'ont pas d'influence sur la précision du tir, et la désignation des défauts qui, en cas de nécessité, ne doivent pas entraîner le rebut d'une arme.

3° Les procédés que peut employer un armurier, en campagne, étant donnés les moyens et le temps mis à sa disposition, pour réparer une arme en vue d'un court service ou pour remettre complètement une arme en état.

ÉTUDE

SUR LES

ÉQUIPAGES DE PONTS ÉTRANGERS

La *Revue d'artillerie* ayant publié la description des équipages de ponts en usage chez les principales puissances européennes [1], il a semblé utile de faire ressortir les avantages et les inconvénients qui résultent de l'emploi de ces équipages en les considérant tant au point de vue de la construction des ponts qu'à celui du transport.

Corps de support. Bateau. — Toutes les puissances ont reconnu la nécessité d'avoir, dans leurs équipages de ponts, un corps de support pouvant naviguer et jeter des troupes sur la rive ennemie au moment d'un passage; elles ont toutes adopté le bateau.

Le bateau une fois admis, il fallait le construire de façon qu'il offrît assez de stabilité pour supporter tous les fardeaux militaires; mais il était nécessaire qu'il ne fût pas trop lourd, car il eût été difficile de le charger sur les voitures qui doivent le transporter.

Au point de vue de la stabilité, le bateau doit présenter une longueur suffisante; s'il est trop court, il ne pourra pas résister au mouvement de tangage qui aura lieu au moment du passage des troupes; sur un courant rapide, il tendra à être submergé par la pression des cordages d'ancres; de plus, le volume d'eau déplacé étant moindre, il pourra ne plus être capable de supporter tous les fardeaux.

Sa largeur dépend de l'écartement des roues des voitures et ne peut guère varier.

Sa hauteur est également limitée, car les troupes auraient

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. V, p. 489; t. VI, p. 89, 292; t. VII, p. 248; t. VIII, p. 128, 301; t. IX, p. 449; t. XI, p. 289.

trop de peine à entrer dans un bateau dont les bords seraient trop élevés.

On ne peut donc faire varier que la longueur, mais alors on augmente de beaucoup le poids du bateau.

Pour avoir à la fois des bateaux longs et mobiles, on a imaginé de les couper en deux ou trois parties que l'on réunit au moment du besoin.

Cette solution, adoptée dans l'antiquité par Sémiramis, indiquée par Napoléon à Sainte-Hélène (*Précis des guerres de César*), a été mise en pratique en Autriche par le chevalier Birago, vers 1840.

Depuis cette époque, l'Italie, la Russie, la Suisse, ont mis en service le bateau divisible qui a été aussi en usage en France, de 1860 à 1874.

Chez ces diverses puissances, sauf l'Italie, le bateau est en tôle. Elles ont préféré, de même que l'Allemagne, la tôle au bois, parce qu'étant plus légère, elle présente, sous un même poids, un plus grand volume et, par suite, possède une plus grande force de support. De plus, il est reconnu depuis longtemps que toutes les fois qu'un bateau en bois est resté un certain temps sans avoir servi, il se déclare des voies d'eau qui occasionnent des pertes de temps souvent regrettables.

Mode de pontage. — Les seules poutrelles en usage sont des poutrelles à griffes. Ces poutrelles viennent saisir une traverse-support de poutrelles, qui sert en même temps de corps mort et s'appuie elle-même sur quatre fausses poutrelles placées dans les bateaux, et sur une demi-fausse poutrelle placée sur les deux cloisons des bateaux. La traverse-support peut pivoter autour de son centre; elle est brêlée sur les quatre traverses. On peut, par ce dernier dispositif, permettre au bateau de prendre la direction du courant, si, pour une raison quelconque, on a été obligé de ne pas placer l'axe du pont dans une direction perpendiculaire à celle du courant, comme le prescrivent d'ailleurs les règlements.

L'échafaudage placé ainsi sur les bateaux permet d'élever le tablier au-dessus de l'eau.

Grâce à l'emploi des poutrelles à griffes, on peut avoir une aussi longue portée qu'avec des poutrelles ordinaires, tout en les faisant plus courtes. Cette diminution de longueur permet de raccourcir le haquet et de le rendre ainsi plus mobile.

Les Allemands sont arrivés au même résultat en conservant un mode de pontage analogue à celui que nous employons. Ils ont diminué la longueur de leurs bateaux et celle de leurs poutrelles qui n'ont que $6^m,60$.

Ils sont obligés, pour avoir une résistance suffisante, de ne laisser que $4^m,50$ d'axe en axe entre leurs bateaux. En rapprochant ainsi les corps de supports, ils ont des ponts qui ne peuvent être stables que sur des rivières de moyen ou de faible courant : aussi ont-ils, en outre de leur matériel de campagne, un matériel spécial destiné à construire des ponts sur le Rhin. Ce matériel est emmagasiné à Cologne, Mayence, Strasbourg.

La séparation des équipages de ponts en équipages légers et lourds a été essayée dans tous les pays et adoptée chaque fois que l'on avait eu à se plaindre du peu de mobilité des équipages. En France, il existait encore, il y a peu d'années, un équipage d'avant-garde analogue à l'équipage prussien actuel. Il a été abandonné en 1853.

Cette solution a été rejetée en général parce qu'elle nécessite l'emploi de voitures différentes pour chaque sorte d'équipage ; de plus, l'armée, arrivée devant un grand fleuve, peut se trouver empêchée d'effectuer son passage si elle n'a à sa disposition que l'équipage léger, et souvent l'équipage lourd se trouve trop en arrière pour pouvoir arriver à temps. L'Allemagne n'est pas dans les conditions générales. Étant maîtresse des deux rives du Rhin, elle peut y laisser le matériel de ponts qui est spécialement affecté à ce fleuve et le transporter d'avance par eau dans les environs des points où son armée doit passer.

Avec le système divisible, on n'a plus que la poutrelle à griffes dans l'équipage. Tout le monde sait que, pour un même équarrissage, elle offre plus de solidité que la poutrelle ordinaire. De plus, grâce à son emploi, on évite en grande partie le brêlage. Cette opération, qui est de la plus grande importance, puisque c'est d'elle que dépend la solidité d'un pont, demande des pontonniers très-exercés.

On a pu voir dans la description donnée par la *Revue*, que le mode de guindage employé par les puissances qui ont adopté l'équipage divisible, diffère du nôtre. Les poutrelles de guindage sont remplacées par les pieds de chevalets. On peut ainsi supprimer le chemin du pontonnier et avoir des madriers plus courts, la voie du pont restant la même. Le poids du tablier se trouve diminué d'une dizaine de kilogrammes par mètre courant.

Du reste, grâce à la suppression du croisement des poutrelles au-dessus du bateau et des poutrelles de guindage, à l'emploi du bateau en tôle, à la diminution de la longueur des madriers, et malgré l'introduction des corps morts, demi-madriers, fausses poutrelles, chapeaux et chevalets, le matériel nécessaire à la construction d'un certain nombre de travées est plus léger dans le système divisible que celui qui est employé dans le système non divisible pour construire une même longueur de pont.

On reproche au système divisible l'emploi de ferrures pour assembler les bateaux, ferrures qui peuvent être dégradées en campagne.

On dit aussi que les ponts construits sans brêlage présentent moins de solidité, les poutrelles n'étant jumelées que sur une faible longueur. Ces deux objections n'ont pas empêché les puissances que nous avons citées plus haut d'adopter une solution qui leur a permis d'avoir des équipages mobiles, pouvant donner passage en toute sécurité aux fardeaux militaires, même sur des courants rapides.

Ce système a été en effet expérimenté sur tous les grands fleuves de l'Europe : sur le Danube, par les Autrichiens et

les Russes; sur le Pô, par les Italiens; sur la Limmat, l'Aar, le Rhin, par les Suisses.

Chevalet. — Dans les équipages de ces diverses nations, figure le chevalet Birago, adopté d'ailleurs par toutes les puissances, sauf par les Belges. Ces derniers se servent d'un chevalet porté par deux trépieds. Il présente plus de résistance au courant que le chevalet à deux pieds, mais il peut, comme lui, se ponter à des hauteurs variables et s'adapter à toutes les inégalités du terrain.

Il arrive souvent que l'on rencontre dans la construction des ponts, des endroits où la faible profondeur de l'eau interdit l'emploi du bateau sur une assez grande étendue; on se trouve alors dans la nécessité de se servir de chevalets; quelquefois même on est forcé d'en ponter un grand nombre.

On a pu en introduire beaucoup dans les équipages divisibles, grâce au chargement des voitures qui les composent. On fait porter le bateau du milieu, plus court que celui de devant, par le haquet qui porte en même temps deux chevalets. La division d'équipage autrichien a huit corps de support fixes et sept corps de support mobiles portés par quatorze voitures. On possède ainsi autant de corps de supports mobiles que de corps de supports fixes et on peut, suivant chaque cas, employer bateau ou chevalet. Si on voulait se servir de tous les corps de supports, ce qui permettrait de jeter un pont de 100 mètres, on n'aurait qu'à trouver, pour la moitié du pont, poutrelles et madriers, ce qui est plus facile que d'improviser des corps de supports. En tous cas, les bateaux non employés sont toujours utilisés, même pendant le passage, pour transporter des troupes.

En Allemagne, l'équipage divisionnaire comprend quatre chevalets et six bateaux. Pour pouvoir au besoin se servir de leurs quatre chevalets, les Allemands ont remplacé, dans deux haquets de bateau, sept poutrelles ordinoires par sept poutrelles à griffes. Ces poutrelles, ayant

dans le pontage des chevalets à supporter un plus fort poids, ont un équarrissage plus considérable, elles présentent, sur une certaine longueur, vers leurs extrémités, le même équarrissage que les poutrelles ordinaires avec lesquelles on peut ainsi les jumeler. Dans le cas où l'on ponte tous les bateaux, on se sert de ces poutrelles à griffes comme de poutrelles ordinaires. Ces dernières portent des marques indiquant aux hommes l'endroit où, dans le pontage, elles doivent affleurer le plat-bord.

Voitures. — Une fois le matériel étudié au point de vue de la solidité du pont, il faut l'envisager au point de vue de la mobilité.

A quoi sert un bon équipage si on ne peut le faire venir rapidement au point où le besoin s'en fait sentir? Cette question de la mobilité de l'équipage de ponts est de la plus grande importance en campagne, et nous ne saurions mieux faire que de citer le passage suivant du *Guide du pontonnier* dû au général Drieux.

« L'équipage de ponts doit pouvoir suivre les mouve-« ments les plus rapides d'un corps d'armée. Quand un « pont est jeté, on ne le relève qu'après le passage de l'ar-« mée entière; l'équipage se trouve alors à l'arrière-garde « et il faut nécessairement qu'il soit très mobile pour arri-« ver sans retard, et fournir les moyens de traverser les « rivières que l'armée rencontre de nouveau dans sa marche.

« De plus, si les voitures de l'équipage sont pesantes, le « général ne pourra tenter le passage d'un fleuve qu'aux « points où aboutissent les grandes routes, et ce sont les « endroits où l'ennemi préparera naturellement la plus « forte résistance. Si la mobilité des voitures leur permet « de parcourir des chemins de traverse, l'opération devient « d'un succès plus certain, puisque l'on peut agir sur la « ligne du fleuve et en menacer tous les points. Mais si « cette légèreté est essentielle aux équipages de ponts, elle « a dû être reconnue nécessaire par les généraux qui ont « employé les équipages dont on s'est servi jusqu'à pré-

« sent. Pendant la campagne de Russie, Bonaparte de-
« mandait que les voitures de l'équipage de ponts se pus-
« sent manœuvrer comme une pièce de quatre. Enfin, le
« général Eblé avait reconnu, dans la même campagne,
« combien il était à désirer que l'on renonçât aux équi-
« pages traînés si péniblement à la suite des armées. »

Toutes les puissances ont, en effet, admis que le poids des haquets ne devait pas excéder 2 000 kil., poids que peuvent facilement traîner 6 chevaux sur les routes ordinaires et même dans les chemins de traverse que l'équipage peut avoir à parcourir. Le poids étant donné, on s'est efforcé de rendre la voiture encore plus mobile et plus maniable en la faisant aussi courte que possible et en diminuant la longueur du chargement.

Les diverses voitures qui composent les équipages étrangers sont des voitures créées spécialement pour transporter le matériel des pontonniers.

Elles comprennent des haquets de poutrelles, des haquets de chevalets et des voitures d'outils. Ces différentes voitures ont un tournant indéfini. En Allemagne et en Russie, les haquets peuvent servir indifféremment pour transporter soit des bateaux, soit les chevalets.

La colonne est ainsi plus longue, le haquet de chevalets étant plus court dans les autres équipages que le haquet de poutrelles ; mais il n'y a plus qu'un modèle de voitures, de sorte que si une voiture vient à être mise hors de service, on peut plus facilement répartir le matériel qu'elle portait sur les autres indistinctement.

Dans l'équipage allemand, chaque voiture porte une travée ; dans les équipages divisibles, il y a 14 voitures pour 8 travées complètes et pour 14 corps de supports.

Le bateau est partout chargé le fond en dessus. Il couvre ainsi les objets qui composent le chargement du haquet, et ne peut pas devenir pendant les marches un réceptacle d'objets qu'il ne devrait pas contenir. Il peut, malgré sa position, être facilement déchargé grâce à son poids rela-

tivement faible. De plus, l'arrière ne dépassant plus le haquet, celui-ci peut tourner plus facilement dans les chemins étroits et encaissés. Sur toutes les voitures existent des sièges pour les pontonniers. Si l'équipage a besoin de marcher à une allure vive, chacun monte à la place qui lui est prescrite par les règlements. Aucune voiture ne risque donc d'être surchargée, et il n'y a pas à craindre le désordre, car, les pontonniers sont exercés à cette manœuvre en temps de paix comme les servants d'artillerie. Les divers autres objets qui entrent dans la composition de ces équipages n'offrent entre eux que peu de différences.

Enfin, il est permis de croire, d'après ce qu'ont fait l'Allemagne et la Russie, pendant leurs dernières guerres, que les torpilles pourraient, en campagne, faire partie du chargement des voitures des équipages de ponts de ces puissances. Les torpilles ont été employées comme estacades sur la Seine et sur le Danube. Elles pourront l'être aussi pour la destruction des ponts, si l'on trouve le moyen de leur faire suivre le thalweg pour qu'elles puissent arriver jusqu'au pont, malgré les sinuosités de la rivière.

Organisation. — Les diverses puissances possèdent un certain nombre d'équipages suivant leurs ressources ou leurs besoins. En Allemagne, l'organisation des équipages a été transformée récemment. Avant 1874, un équipage de ponts de réserve et un équipage d'avant-garde étaient attachés à chaque corps d'armée. Maintenant, chaque division possède son propre équipage de ponts. Cet équipage divisionnaire permet de construire un pont de 39 mètres. Du général commandant le corps d'armée dépend l'équipage de corps d'armée permettant de jeter un pont de 132 mètres.

Grâce à cette organisation, si le corps d'armée marche sur deux routes, chaque général de division, rencontrant un cours d'eau, peut faire établir immédiatement, avec ses ressources, le pont qui lui est nécessaire, quitte à demander au général commandant le corps d'armée un complé-

ment de matériel, s'il n'en a pas suffisamment pour achever le pont. Si le corps d'armée marche sur une seule route, on pourra faire arriver aux allures vives l'équipage de la deuxième division. Chaque division construira encore son pont dont cette fois profiteront indistinctement toutes les troupes. Cette construction pourra se faire sans perte de temps ni hésitation, grâce à la séparation continuelle des officiers et des pontonniers en deux compagnies distinctes, chacune servant son équipage divisionnaire. Ce cas se présentera souvent sur les rivières de largeur moyenne (100 mètres environ). Le mouvement de l'armée sera beaucoup plus rapide, car il faut environ douze heures à un corps d'armée pour défiler sur un pont militaire.

En Autriche, le personnel des pionniers, qui dépend de l'état-major général, est chargé de la construction, de la démolition de toutes les routes, ponts et voies ferrées, de la coopération à la construction des fortifications passagères, de l'établissement des camps, de l'exécution des travaux hydrauliques, enfin des télégraphes de campagne. On voit qu'il est chargé de l'établissement, de la réparation et de la destruction des différentes voies dont l'armée peut avoir à se servir.

Construction des ponts. — Au point de vue de la construction des ponts, les différentes puissances emploient des méthodes à peu près semblables.

Il faut remarquer que, chez certaines d'entre elles, en Suisse, par exemple, on considère avec raison les travaux préparatoires comme aussi importants que la construction proprement dite.

Le règlement détermine la manière dont les hommes doivent être distribués en détachements pour exécuter ces travaux. Ces détachements ont pour mission de décharger le matériel, d'aménager les rives, d'équiper les bateaux, de placer dans un ordre déterminé les madriers, poutrelles et les divers agrès, de faire évacuer les voitures vides.

L'officier chargé de la construction du pont a sous son

commandement un nombre d'hommes supérieur à celui qui lui est nécessaire pour la construction. Ces hommes sont à sa disposition et il les emploie s'il arrive quelque accident imprévu pendant la manœuvre. Les officiers, au nombre de trois, sont occupés à la construction du pont; toutefois, l'un d'eux dirige seul la construction et surveille l'ancrage; le second a sous sa direction le port de matériel et maintient l'ordre sur le pont; le troisième surveille le dépôt et fait partir à temps les divers objets qui lui sont nécessaires pour la construction.

Le placement des chevalets se fait en se servant de deux bateaux accouplés. On a ainsi l'avantage de pouvoir placer les chevalets rapidement, surtout quand on doit en ponter un grand nombre. Les chevalets peuvent aussi se monter directement quand le faible tirant d'eau ne permet pas de se servir de bateaux accouplés.

En résumé, on voit que l'Italie, la Russie, l'Autriche, la Suisse ont adopté l'équipage divisible. Cette solution leur permet d'avoir des ponts suffisamment stables tout en assurant à leurs équipages la mobilité si nécessaire en campagne. L'Allemagne fait exception; mais il ne faut pas oublier qu'elle a rendu son matériel très-mobile en raccourcissant le bateau, les poutrelles et, par suite, le haquet.

Prévoyant qu'avec son matériel ainsi allégé, ses ponts pourraient ne pas être suffisamment stables sur le Rhin, nous avons vu qu'elle avait créé un matériel spécial beaucoup plus résistant et ne devant voyager que par eau.

Nous avons aussi attiré l'attention sur son organisation tactique, résultat de l'expérience de 1870. Cette organisation semble permettre de construire plus rapidement un grand nombre de ponts et de rendre l'équipage encore plus mobile en le fractionnant d'une façon permanente.

CH. ANTOINE,
Lieutenant au 2e régiment d'artillerie-pontonniers.

ARTILLERIE ITALIENNE

(Extraits du *Giornale di Artigliera e Genio.*)

MATÉRIEL DE CAMPAGNE

[*Suite*] (1).

MODIFICATIONS APPORTÉES A LA FERMETURE DE CULASSE ET AU GRAIN DE LUMIÈRE DU CANON DE CAMPAGNE DE 7c EN BRONZE.

(Pl. IX.)

Dans les expériences qui ont été faites en Italie pour augmenter la puissance des canons de 7c BR (Ret.), la charge de poudre a été portée de 550 grammes de poudre à canon ordinaire à 850 grammes de poudre à gros grains de 7 à 11mm, et les projectiles ont été garnis de cordons en cuivre. Ces expériences ont fait concevoir des doutes sur la résistance des anneaux obturateurs en cuivre du système Piorkowski et des grains de lumière réglementaires. La rupture d'un anneau obturateur et d'un coin de fermeture vint confirmer ces doutes ; on se livra alors à de nouvelles recherches à la suite desquelles on adopta un anneau obturateur en acier et un nouveau grain de lumière. Nous allons exposer successivement les recherches relatives à ces deux objets.

Système d'obturation.

Le système de fermeture du canon de 7c de campagne

(1) Voir *Revue d'artillerie*, janvier, mars et avril 1880, t. XV, p. 297 et 564, et t. XVI, p. 25.

italien se compose, comme on sait [1], d'un coin, d'une contre-plaque encastrée dans ce coin et creusée en forme de godet pour recevoir l'anneau obturateur, enfin, d'une bague qui termine l'âme du canon et sur laquelle s'appuie l'anneau obturateur. On interpose entre la contre-plaque et le coin un disque de cuivre, d'épaisseur convenable pour régler la pression de l'anneau obturateur sur la bague, quand la culasse est fermée.

Comme nous l'avons dit plus haut, un de ces mécanismes de fermeture se brisa pendant un tir à charge réglementaire. Le coin avait été séparé en 2 morceaux, la contre-plaque fendue et l'anneau obturateur complètement brisé. On attribua cette rupture d'abord à la mauvaise qualité du métal qui avait servi à construire le coin, mais surtout à un défaut dans le tracé même du mécanisme.

La contre-plaque, en effet, est creusée en forme de godet ; elle est en outre logée dans une cavité ménagée sur la face antérieure du coin, mais son diamètre étant plus grand que la hauteur de ce coin, elle se trouve maintenue latéralement par les bords de son logement, tandis qu'elle n'est soutenue par rien en haut ni en bas. De cette disposition, il résulte au moment du tir une répartition des pressions fâcheuse pour la solidité des différentes pièces de l'appareil.

La forme de godet qu'affecte nécessairement la contre-plaque si l'on veut qu'elle contienne l'anneau obturateur, donne lieu au moment du tir à des composantes de la pression, perpendiculaires à l'axe de la bouche à feu. Ces composantes n'arrivent pas à écarter les bords de la contre-plaque dans les parties qui sont soutenues par le coin, mais elles occasionnent des déformations permanentes sur la partie supérieure et la partie inférieure qui sont libres. Aussi voit-on, après un tir quelque peu prolongé, la contre-plaque affecter la forme d'un ovale, et l'obturation n'est plus assurée.

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. IV, p. 6.

En outre, les pressions transmises au coin perpendiculairement à l'axe s'exercent seulement dans le sens de la longueur du coin sur les bords du logement de la contre-plaque. En cet endroit, le coin est taillé à angles vifs, ce qui est une condition défavorable quant à la résistance, et si le métal est de mauvaise qualité, le coin se brise comme on l'a vu dans l'exemple cité précédemment.

Lorsqu'on résolut de modifier le canon de 7c, on pensa donc à donner à la contre-plaque une forme à peu près plane et à loger l'anneau obturateur non plus dans le coin, mais dans la bouche à feu même, en se rapprochant de ce qui était fait déjà pour le canon de 9c de campagne. Cependant, la bague d'acier encastrée à l'extrémité de la chambre n'avait que 12 millimètres ; il fallut augmenter son épaisseur et la porter d'abord à 18 millimètres pour pouvoir y creuser le logement de l'obturateur. Ce dernier prit dès lors appui sur la contre-plaque.

Cette transformation fut opérée sur 2 canons d'expérience, le *Nulvi* qui reçut un anneau obturateur Piorkowski en acier (fig. 5, 6 et 7), et la *Pontida* qui reçut un anneau analogue, mais en cuivre et sans cannelure latérale. La contre-plaque, en acier, était très-peu évidée. Pour la mise en place de la bague en acier, on chauffa légèrement le canon de manière à obtenir sur cette bague un certain serrage après refroidissement.

En même temps, on disposa sur un 3e canon, le *Pizzo*, toutes les pièces du système d'obturation, bague, anneau et contre-plaque, fabriquées en cuivre. Pour mieux fixer la bague dans son logement, le profil suivant l'axe de ce dernier était tracé en dents de scie dans lesquelles la bague était matée.

Les premières séries de tir donnèrent lieu, dans le *Nulvi* (système d'obturation en acier), à de légères fuites de gaz dues au mode d'introduction de la bague dans son logement. On remplaça alors les dents de scie du profil de ce dernier par un filetage tronconique dans lequel la bague

fut vissée et matée ensuite. L'obturation fut excellente à partir de ce moment.

La *Pontida* (bague et contre-plaque en acier, anneau obturateur en cuivre) montra un défaut plus grave. L'anneau en cuivre s'écrasait dans son logement d'acier de telle sorte qu'après 64 coups, la saillie de cet anneau sur la bague n'était plus suffisante pour assurer l'obturation.

Le *Pizzo* fonctionna convenablement.

On tira avec ces trois canons sans lubrifier les culasses 4 séries de 50 coups, et l'on put se convaincre que la manœuvre en était toujours facile.

Ces expériences laissaient subsister une certaine indécision sur le choix des deux systèmes d'obturation qu'on avait reconnus comme les meilleurs, l'un tout en acier, l'autre tout en cuivre.

On recommença donc les tirs comparatifs qui montrèrent que l'obturation produite par le système en acier était encore bonne après 1 600 coups, tandis que le système en cuivre n'avait pas résisté à plus de 650 coups. On donna par suite la préférence au système en acier, dont on chercha encore à augmenter la solidité en portant à 20 millimètres l'épaisseur de la bague, ce qui permettait d'agrandir le logement de l'anneau et l'épaisseur de ce dernier. On obtenait ainsi des dimensions semblables à celles du système d'obturation du canon de 9 centimètres.

En somme, le nouveau système d'obturation (fig. 8) est en acier, il consiste en une bague vissée et matée dans le corps du canon, un anneau obturateur (fig. 9) logé dans la bague et qui prend appui sur une contre-plaque très-peu évidée. Cet anneau porte une gorge extérieure destinée à le rendre plus élastique et à recueillir les crasses.

Les avantages de ce nouveau système sur celui qu'il doit remplacer sont les suivants :

Il est plus solide en ce sens que les composantes de la pression perpendiculaires à l'axe de la bouche à feu n'agissent plus sur des parties faibles.

La contre-plaque étant moins évidée, le volume de la chambre est devenu un peu moindre, ce qui a augmenté la vitesse initiale de 10 mètres pour la charge de 850 grammes de poudre de 7 à 11 millimètres.

Les différentes pièces du système peuvent être changées plus facilement.

Les canons de 7c seront pourvus du nouveau système d'obturation au moment où l'on mettra en service les gargousses contenant cette charge de 850 grammes. On tracera une ligne de repère sur les obturateurs afin de pouvoir les placer toujours de la même façon dans leur logement.

Grain de lumière.

Le grain de lumière actuellement réglementaire (fig. 1) est en cuivre et appartient au type Mathis. Il a la forme de deux troncs de cône réunis par leur grande base (les deux bases de chaque tronc de cône ne diffèrent que de un dixième de millimètre). Le métal est ensuite martelé et comprimé de manière à remplir le logement, qui se compose de deux cylindres de diamètres différents.

Ce grain de lumière qui avait toujours donné de bons résultats à la charge réglementaire de 550 grammes de poudre à canon ordinaire, se comporta moins bien lorsque l'on porta la charge à 850 grammes de poudre à gros grains. Ainsi un grain de lumière fut mis hors de service après 200 coups environ ; un autre après 700. Plus tard un certain nombre de canons à chambre allongée ayant été mis en essai pendant les écoles à feu de quelques régiments, on leur fit exécuter un feu rapide et prolongé pour éprouver les affûts, et l'on put alors constater des détériorations fréquentes du grain de lumière. Le caractère d'uniformité de ces dégradations faisait craindre que le grain réglementaire ne fût incapable de résister au tir avec la nouvelle charge. Les expériences montraient bien que la pression n'était pas sensiblement plus grande, mais

on pouvait attribuer la cause des dégradations à la lenteur de combustion de la poudre, dont les gaz quoique à une pression égale, exerçaient pendant plus longtemps leur action destructive.

Les dégradations les plus fréquentes sont de deux sortes :

Des érosions se produisent dans le canal de lumière en agrandissant l'orifice inférieur ; il se forme ainsi une surface tronconique sur laquelle agissent les gaz de la poudre, déterminant une composante parallèle à l'axe du grain qui tend à chasser celui-ci à l'extérieur. Aussi voit-on quelquefois le grain dépasser la surface extérieure du canon après un nombre restreint de coups.

Peu à peu le grain est détaché de son logement et affaibli ; les gaz continuant leur action finissent par produire au point où le métal est le moins compact ou le moins pur, un affouillement qui, en s'approfondissant, finit quelquefois par traverser le grain qui se brise et dont la partie supérieure est projetée hors du canon. Les affouillements les plus larges et les plus profonds se produisent toujours au droit du raccordement des deux cylindres de diamètres différents.

D'autres fois les fuites commencent au pourtour du grain, ce qui a lieu surtout lorsque celui-ci est fait en cuivre trop comprimé ou lorsqu'il n'est pas appliqué exactement contre les parois de son logement; les gaz, en s'infiltrant dans le joint, déterminent des érosions moins profondes que dans le cas précédent, mais le grain est ébranlé et le métal du canon attaqué de manière à nécessiter le prompt changement du grain.

Pour parer à ces inconvénients on mit en expérience un grain qui prit le n° 1 (fig. 2), dans lequel on avait en somme renforcé le raccordement des deux cylindres. Ce grain ne donna que des résultats douteux qui n'engagèrent pas à prolonger les expériences, qu'on aurait dû pousser jusqu'à 800 ou 1000 coups pour juger la valeur du nou-

veau tracé. Un grain modèle n° 1, légèrement modifié, ne donna pas de meilleurs résultats.

On imagina le grain modèle n° 2 (fig. 3) dont la forme devait empêcher les fuites au pourtour du grain en même temps que l'accroissement d'épaisseur du cylindre intérieur devait retarder la formation d'affouillements traversant tout le grain. Sur un des canons, on dut appliquer ce grain par l'intermédiaire d'un manchon vissé en bronze, le logement du grain primitif ayant été considérablement agrandi. Le modèle n° 2 ne donna lieu à aucune remarque, il fut expérimenté concurremment avec le modèle n° 1. Les grains de ce dernier modèle étaient pris dans une barre très-fortement comprimée. Néanmoins le résultat des expériences fut tel que l'on abandonna complétement le modèle n° 1. Si d'une part la compression du cuivre rend moins probable la formation des affouillements, elle rend d'autre part plus faciles les fuites au pourtour. On remarqua aussi que les fuites se manifestent plus fréquemment à droite et à gauche du grain que dans la partie antérieure ou postérieure. Ceci peut s'expliquer par la forme cylindrique qu'affecte le grain à sa partie inférieure pour se raccorder à la surface de l'âme ; cette forme détermine à droite et à gauche deux sortes de lèvres minces près desquelles commence le travail d'infiltration.

Une autre cause peut encore expliquer cette fréquence des fuites, à droite et à gauche. Au moment du tir le canon se dilate et la circonférence de l'âme s'allonge ; il en résulte que le logement du grain prend une forme elliptique dont le grand axe est perpendiculaire au plan de tir. Cette dilatation, quoique bien faible est, certainement supérieure à celle que prend le grain par l'effet de la compression; le très-léger interstice qui se détermine ainsi sera d'autant plus accentué que le diamètre du grain sera plus grand. Cet inconvénient qui avait passé inaperçu avec des grains du diamètre réglementaire prenait de l'importance avec des grains d'un diamètre supérieur.

On remplaça donc tous les grains modèle n° 1 par des grains modèle n° 2, l'un d'eux, d'un diamètre inférieur aux autres, était fixé par l'intermédiaire d'un manchon en bronze vissé.

Enfin deux des canons reçurent des grains modèle n°3, qui se composaient d'un manchon en acier présentant extérieurement la forme des grains Gribeauval et contenant à l'intérieur un grain proprement dit en cuivre. On espérait retirer deux avantages de cette disposition : 1° le grain introduit d'avance dans le manchon pouvait être comprimé et non simplement martelé comme à la façon ordinaire ; 2° le manchon se terminant par une tête hexagonale saillante pouvait se visser et se dévisser au moyen d'une clef à écrou.

On espérait ainsi pouvoir donner aux batteries des grains de rechange pour faire face aux accidents qui peuvent se produire dans le service.

Les grains proprement dits rentraient dans les types n° 1 et n° 2.

Les expériences permirent de constater les résultats suivants :

Deux grains du modèle n° 2 résistèrent parfaitement l'un à 695, l'autre à 653 coups, un troisième dut être changé après 400 coups.

Les grains modèle n° 3 fonctionnèrent mal ; des fuites entre le manchon en acier et le corps du canon obligèrent rapidement à suspendre le tir ; on attribua ces fuites aux dimensions un peu grandes que l'on avait dû donner au logement du manchon et aux caractères trop différents des deux métaux en contact, le bronze et l'acier. Quoi qu'il en soit, on renonça à ce système et l'on mit en expérience deux grains modèle n° 4, qui sont de simples grains Gribeauval que l'on dut appliquer par l'intermédiaire de manchons en bronze faisant corps avec le canon. On donna plus de saillie à la tête carrée pour faciliter l'opération du vissage et du dévissage du grain, et on termina la partie

inférieure par un plan pour éliminer l'une des causes de détérioration signalée plus haut.

A la suite de nouvelles expériences, on put constater la supériorité marquée des divers grains modèle n° 2, qui avaient résisté respectivement à 1 000, 800, 650 et 1 000 coups. Il ne restait donc plus qu'à déterminer les dimensions du grain et le mode d'application aux bouches à feu de 7c de cette nouvelle modification. En conséquence quatre canons reçurent un grain de ce modèle ; pour deux d'entre eux on dut employer un manchon en bronze intermédiaire.

Après un nombre de coups qui fut respectivement de 1 290, 830, 632 et 309, on retira les grains pour les examiner et on constata les faits suivants : le grain qui avait supporté 1 290 coups avait son orifice inférieur dilaté et on découvrit un affouillement assez avancé avec une ouverture longue de 3 à 4 millimètres ; celui qui avait supporté 632 coups avait l'orifice inférieur de la lumière légèrement dilaté. Enfin celui qu'on avait dû changer après 309 coups avait son orifice inférieur très-élargi et corrodé en forme d'étoile, on voyait une fissure longitudinale de 13 à 14 millimètres qui correspondait à une chambre produite par érosion ; enfin le logement du grain était corrodé sur presque toute sa surface mais plus profondément à droite de la fissure du grain.

L'ensemble de ces résultats détermina l'adoption du grain modèle n° 2 ; mais comme on avait remarqué la fréquence plus grande des fuites à droite et à gauche du grain, fuite que l'on peut attribuer à l'amincissement du métal en ces points de l'intersection des deux cylindres, on termina le grain par une surface plane, comme l'indique la figure 4 qui représente le nouveau grain réglementaire.

ÉTUDE DE SHRAPNELS POUR CANONS DE CAMPAGNE DE 9e ET 7e SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

(PL. IX.)

Lorsqu'on adopta, en Italie, les shrapnels de 9e à charge centrale[1], pour compléter les approvisionnements des canons de campagne, on ne renonçait nullement à continuer les expériences ayant pour but de reconnaître si en modifiant le tracé du projectile et la position de la charge d'éclatement, on pouvait arriver dans le tir à un plus grand effet utile.

Pendant qu'on essayait des shrapnels de 7e à cordons de cuivre, on tirait également des shrapnels de 9e à diaphragme, et les résultats obtenus avec ces derniers furent assez satisfaisants pour faire naître le désir de s'assurer s'il y aurait avantage de placer la charge à l'arrière même pour les shrapnels de 7e. Nous allons rendre compte en détail des expériences auxquelles ces essais ont donné lieu.

Shrapnels de 9e.

Les résultats des essais entrepris à l'étranger sur les projectiles de 9e ne pouvaient être pour nous que d'une médiocre utilité. Les types de shrapnels russes et anglais à charge postérieure, décrits par le colonel Chklarewitch, n'étaient pas applicables au tir de nos canons par suite de différences sensibles dans les conditions balistiques de ce tir et particulièrement dans les vitesses initiales. Quant au shrapnel de 4 livres adopté par la Russie, et qui, paraît-il, a donné de bons résultats, nous n'avons sur son tracé que des données insuffisantes; nous savons seulement que sa vitesse initiale est de 457 mètres. Le shrapnel à charge postérieure, dont on s'était servi en Autriche pour une bouche à feu peu différente de la nôtre, nous était de même fort peu connu.

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 564.

Toutefois, on chercha à profiter autant que possible des expériences déjà faites par les artilleries étrangères, en recueillant les données qu'elles pouvaient fournir, données qui, bien qu'incomplètes, permettaient de limiter le champ des nouvelles recherches que l'on voulait tenter, et qui ont conduit à admettre les conditions suivantes relativement à l'organisation du shrapnel de 9c :

1° *Le poids du shrapnel à diaphragme ne doit pas dépasser celui du shrapnel à charge centrale actuellement en service afin de rester aussi voisin que possible de celui de l'obus ;*

2° *La charge d'éclatement ne doit pas être inférieure à* 80 *grammes* (*charge du shrapnel autrichien*) ;

3° *L'ogive du projectile doit se détacher facilement au moment de l'explosion de la charge.*

On avait résolu d'employer, pour le chargement du shrapnel d'essai, la même balle de 16gr,25 que pour les autres shrapnels de campagne italiens, ce qui réduisait le nombre des balles à 130 ou 140 si l'on ne voulait pas dépasser la limite qu'on s'était imposée pour le poids total du projectile. Or, cette dernière condition était très-importante, parce qu'on voulait que le shrapnel à l'étude pût être tiré en employant les tables de tir dont on se servait pour les autres projectiles de même calibre. On se résigna donc à renfermer dans le shrapnel un nombre de balles inférieur à celui que contenait le shrapnel autrichien, duquel le nôtre devait le plus se rapprocher.

Les expériences qu'on a faites en Russie relativement à la charge d'éclatement, semblent prouver que de légères différences en plus ou en moins sur cette charge exercent peu d'influence sur la projection des balles. Néanmoins, bien qu'on n'ait pas fait en Italie d'expériences à ce sujet, on admit que ces différences devaient se faire sentir notablement en ce qui regarde la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'ogive se détache au moment de l'explosion. On s'est efforcé, en Russie, de rendre plus facile la séparation de la tête du projectile en creusant une rainure cir-

culaire à la naissance de l'ogive sur la paroi extérieure du shrapnel[1].

Dans ces projectiles dont l'œil est très-étroit, on introduit les balles par une ouverture filetée pratiquée sur le coté de l'ogive et qu'on bouche avec un tampon de plomb.

Les considérations qui précèdent ont déterminé la construction des modèles suivants comme shrapnels d'essai.

Shrapnel n° 1 (fig. 10 et 10 *bis*). Dans ce modèle, l'ogive est rapportée, elle se visse sur le projectile chargé, et est maintenue par une petite vis latérale. Pour charger le projectile, on met la poudre au fond, puis on la recouvre avec le diaphragme en fer forgé qu'on introduit par l'ouverture supérieure du corps de projectile. On place ensuite le tube central, les balles et on visse la tête du shrapnel.

Au moment de l'explosion de la charge, le filetage qui retient l'ogive doit se briser aisément et la séparation doit être très-facile.

Le corps du shrapnel est en fonte et a une épaisseur de 8 millimètres; il n'a point de nervures, et son épaisseur est la même que celle du shrapnel autrichien prise entre les nervures.

L'épaisseur du culot est de 15 millimètres, comme dans le shrapnel russe de 4 livres dont nous avons parlé plus haut.

On a d'abord tiré le shrapnel n° 1 lesté, afin d'apprécier ses qualités balistiques et sa résistance au choc initial des gaz de la charge. On reconnut bientôt que le projectile se brisait à hauteur de l'épaulement qui soutient le diaphragme. En outre les balles, en raison de leur inertie, défonçaient le diaphragme en fer et lui donnaient la forme d'une calotte sphérique.

On tira alors le même shrapnel lesté avec une charge moins forte, réduite à 1 kilogr. de poudre à grains de 7 à 11 millimètres.

---

[1] Dans les shrapnels russes du dernier modèle la tête, formée d'une pièce séparée, est simplement fixée au corps par 3 vis ou par quelques filets de vis.

Le projectile ne fut pas brisé, mais on constata encore une courbure sensible du diaphragme.

Le shrapnel n° 1 ne donnant pas les résultats qu'on en attendait, on essaya un modèle différent, *Shrapnel n° 2*, (fig. 11). Dans ce modèle, on a cherché à faciliter la séparation de l'ogive et du corps du shrapnel en rendant solidaires l'ogive et le diaphragme au moyen d'un tube central analogue à celui qu'on trouve dans les shrapnels russes de 4 et de 9 livres. Lorsque la charge d'éclatement prend feu, le shrapnel reçoit une impulsion énorme qui est transmise directement à l'ogive par le tube central de manière à assurer la séparation de cette ogive.

On n'a pas pu se conformer exactement au dispositif adopté dans le shrapnel russe, parce que la fusée italienne exige que l'extrémité du tube central du projectile pénètre dans la fusée.

On a donc tourné la difficulté en appuyant la tranche antérieure du tube sur un porte-fusée qui est lui-même vissé dans l'œil du projectile.

A sa partie inférieure, le tube présente un épaulement par lequel il prend appui sur le diaphragme.

L'ouverture du shrapnel étant fort grande, pouvait servir à l'introduction des balles sans qu'on eût besoin de percer un trou sur le côté de l'ogive.

Cependant, le shrapnel n° 2 ne put pas résister au tir du canon de 9c. Quelques projectiles se brisèrent à hauteur de l'épaulement qui soutient le diaphragme. Dans quelques autres, l'ogive se brisa en morceaux.

Shrapnel n° 3 (fig. 12) *et n°* 4 (fig. 13). On construisit deux nouveaux modèles en y ménageant des nervures intérieures pour consolider l'enveloppe du shrapnel et en conservant la disposition qui permet au tube central de rendre solidaires le diaphragme et la tête de l'ogive. Dans le shrapnel n° 3, cette dernière est organisée comme celle du n° 2. Les dimensions de l'œil du shrapnel n° 4 sont celles de la fusée, qui se visse directement sur le projec-

tile. On est donc revenu, dans ce modèle, au trou latéral de chargement qu'on ferme, après l'introduction des balles, par un bouchon fileté en fer.

On construisit 50 shrapnels n° 3 et 50 n° 4, dans 5 de ces derniers, on remplaça le tube central en fer par un tube de laiton. Bien qu'il eût paru plus rationnel de ne pas renoncer aux avantages de la transmission du choc par un tube résistant, on s'était décidé à essayer un tube mince en laiton pour se rapprocher davantage des projectiles autrichiens qui semblaient avoir donné des résultats satisfaisants.

Le tableau suivant permet de comparer les données relatives aux shrapnels n° 3 et n° 4, à celles qui se rapportent au shrapnel italien réglementaire et à ceux adoptés par la Russie et l'Autriche.

SHRAPNEL.	POIDS du shrapnel chargé.	POIDS de la charge.	NOMBRE de balles.	OBSERVATIONS.
	kil.	gr.		
Italien réglementaire.	6 700	17	117	Balle italienne. (Diamètre 14mm,5 Poids 16gr,25)
Italien modèle n° 3	6 700	80	135*	Balle russe . (Diamètre 12mm,7 Poids 10gr,66)
Italien mod. n° 4 tube en laiton	6 875	110	114	Balle autrichienne (Diamètre 12mm,7 Poids 13 gr.)
Italien mod. n° 4 tube en fer. .	6 770	90	116	* On est parvenu dans les derniers shrapnels n° 3 à loger 138 balles. Le projectile pèse alors 6 775 kil.
Russe de 9 livres.	7 230	68	150	
Autrichien de 8c,7.	7 082	85	165	

On commença par essayer les projectiles n° 3 et n° 4 en les faisant éclater au repos ; d'abord dans un puits d'éclatement ordinaire pour relever le nombre des éclats et leur poids, ensuite dans un puits à parois de bois pour constater le mode de dispersion de ces éclats. On procéda ensuite au tir de justesse avec projectiles lestés, et enfin au tir de guerre avec projectiles chargés.

Cinq projectiles n° 3 et cinq n° 4 ont été employés pour les essais d'éclatement dans le puits ordinaire. Les shrapnels

n° 4 portaient un tube intérieur en fer ; ils ont donné des résultats à peu près semblables à ceux de l'autre modèle. Dans tous, le tube central s'ouvrit dans le sens longitudinal, l'enveloppe donna en moyenne 25 éclats.

Les expériences d'éclatement dans le puits à parois de bois ont permis de constater une certaine supériorité pour les shrapnels n° 3. Dans ces essais, le projectile était suspendu par un fil de fer, son axe horizontal était perpendiculaire à l'une des parois du puits située à 6 mètres en avant de l'ogive. On a fait éclater ainsi 10 shrapnels n° 3 et 10 n° 4 ; parmi ces derniers, 5 avaient un tube central en fer, les 5 autres, un tube en laiton.

Dans presque tous les shrapnels n° 3, le tube et le diaphragme sont restés intacts, les balles étaient alors projetées en avant et groupaient leurs empreintes, peu profondes d'ailleurs (1 ou 2 millimètres), dans un cercle de 1^m à $2^m,25$ de diamètre et situé sur la paroi antérieure.

Pour 7 des shrapnels n° 4, le tube, en fer ou en laiton, fut crevé, et les balles, lancées dans toutes les directions, ne donnèrent que des empreintes peu profondes.

Les balles des 3 autres, dont les tubes étaient restés intacts, furent projetées en avant.

Dans tous les cas, le culot était arraché et lancé en arrière.

De ces premiers essais, on pouvait conclure :

1° Que la charge d'éclatement avait surtout pour effet de briser l'enveloppe et de séparer l'ogive, car la vitesse de projection donnée aux balles était faible ;

2° Que la dispersion donnée par le modèle n° 3 était préférable à celle que donnait le modèle n° 4.

On s'occupa ensuite du tir de justesse, qu'on effectua à 1 200 mètres avec 15 shrapnels n° 3 et 15 shrapnels n° 4 qu'on avait lestés et munis d'un tampon en zinc. Le tableau suivant permet de comparer les résultats du tir avec ceux que donne l'obus ordinaire à la même distance d'après les tables.

DISTANCE.	PROJECTILE.	NOMBRE de coups.	BANDE contenant 50 p. 100 des coups.	
			Hauteur.	Largeur.
mètres.			mètres.	mètres.
1 200	Shrapnel n° 3	15	0,51	0,64
1 200	Shrapnel n° 4	15	0,71	0,90
1 200	Obus ordinaire	»	0,54	0,66

Pour les expériences de tir de guerre, on a pris comme but 3 rangées de panneaux de 30 mètres de long sur 3 mètres de haut et disposées à 20 mètres les unes derrière les autres. On y ajouta une 4e rangée de 40 mètres, placée à 100 mètres en arrière de la 3e, dans le but de constater les effets considérables de dispersion dus aux charges disposées à l'arrière du projectile. On compara les effets produits par 20 obus ordinaires, 20 shrapnels réglementaires, 20 du modèle n° 3 et 20 du modèle n° 4.

Le but était à 1 500 mètres, et, pour que les résultats donnés par les 4 sortes de projectiles fussent comparables, on s'arrangea de manière à éliminer les différences dues aux erreurs faites sur les hauteurs et les intervalles d'éclatement. A cet effet, on disposa à 50 mètres en avant de la première rangée de panneaux un masque en bois de cible assez grand pour recevoir tous les coups tirés sur le but. Les projectiles étaient alors munis de fusées percutantes (fig. 15) analogues à la fusée réglementaire modèle 1877; ils éclataient à hauteur de ce masque, à une distance constante de la première ligne de panneaux. Chaque ligne de panneaux était partagée en 50 bandes verticales représentant des files d'infanterie de $1^m,80$ de haut et $0^m,60$ de large, et en 25 bandes de 3 mètres de haut et $1^m,20$ de large représentant des files de cavalerie. La quatrième ligne était partagée en bandes de 2 mètres de large et 3 mètres de haut.

Le tableau suivant donne les résultats d'ensemble que cette expérience a fournis.

PROJECTILE.	NOMBRE DE COUPS.	DISTANCE.	NOMBRE MOYEN D'ATTEINTES PAR COUP.									
			1re rangée.		2e rangée.		3e rangée.		4e rangée.	3 1res rangées.		Sur les 4 rangées.
			Infanterie.	Cavalerie.	Infanterie.	Cavalerie.	Infanterie.	Cavalerie.		Infanterie.	Cavalerie.	
Shrapnel à diaphragme n° 3.	13	1,500	67	90	52	75	29	43	27	148	208	235
Shrapnel à diaphragme n° 4.	12	1,500	56	81	38	57	21	31	7	115	169	176
Shrapnel réglementaire.	19	1,500	47	73	32	55	18	33	11	97	161	172
Obus ordinaire	20	1,500	20	32	8	13	4	7	2	32	52	54

L'examen de ces chiffres montre que, dans tous les cas, le shrapnel donne des résultats supérieurs à ceux de l'obus ordinaire. Le projectile n° 4 ne s'est pas montré supérieur au shrapnel réglementaire, et ils ont été tous deux surpassés par le shrapnel n° 3.

PROJECTILE.	DISPERSION LATÉRALE							
	1re rangée (1).		2e rangée.		3e rangée.		4e rangée.	
	mètres.	degrés.	mètres.	degrés.	mètres.	degrés.	mètres.	degrés.
Shrapnel à diaphragme n° 3 .	8,5	9°40′	12	9°10′	14,5	9°10′	26	10°35′
Shrapnel à diaphragme n° 4 .	9,5	10°50′	13	10°30′	16	10°10′	(2)	»
Shrapnel réglementaire . . .	21,5	23°15′	(2)	»	(2)	»	(2)	»
Obus ordinaire	(2)	»	(2)	»	(2)	»	(2)	»

(1) La distance du point d'éclatement à la première rangée est de 50 mètres.
(2) La dispersion est de plus de 30 mètres.

Si l'on veut apprécier exactement la puissance du tir à shrapnels, il ne faut pas seulement tenir compte du nombre d'atteintes sur le but, mais aussi de la distribution de ces atteintes. Le relevé exact qui en a été fait après chaque

coup a permis d'établir le tableau précédent qui donne approximativement pour chaque coup l'ouverture du cône de dispersion.

Ces résultats ont conduit à abandonner le modèle n° 4, qui donne moins d'atteintes que le n° 3. On modifia légèrement ce dernier pour procéder à de nouvelles expériences devant amener à des conclusions définitives. On renforça le tube central pour empêcher qu'il ne se fendît dans sa longueur au moment de l'explosion, et on arrondit les parties saillantes de la chambre à poudre pour prévenir toute cause de rupture. Le shrapnel n° 3, ainsi modifié, est représenté figure 14.

On procéda rapidement avec ce projectile aux expériences d'éclatement au repos et au tir de justesse. Le tube central se montra très-résistant, l'ogive se détachait aisément de la partie cylindrique. La vitesse initiale a été trouvée fort peu inférieure à celle de l'obus ordinaire. On exécuta 5 séries de tir dans lesquelles la justesse fut la même que celle de l'obus ordinaire, et l'on vit, ce qui importe davantage, qu'on pouvait, pour tirer le modèle n° 3 modifié, se servir des données fournies par les tables de tir du shrapnel réglementaire. Le tableau suivant donne les résultats obtenus.

DISTANCES.	NOMBRE DE COUPS.	HAUSSE.		BANDE contenant 50 p. 100 des coups				OBSERVATIONS.
				Shrapnel n° 3.		Obus ordinaire.		
		Shrapnel n° 3.	Shrapnel réglementaire.	Hauteur.	Largeur.	Hauteur.	Largeur.	
mètr.		mill.	mill.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	
800	10	21	22	0,90	0,31	0,31	0,35	Pour le shrapnel réglementaire, on a pris la hausse des tables de tir.
1 400	12	46	46	0,74	0,72	0,69	0,86	
2 000	15	76	75	0,94	2,01	1,40	1,72	
2 500	20	105	105	1,94	6,91	2,35	2,75	
2 900	25	132	»	1,82	7,47	3,50	3,80	

Les expériences de tir de guerre ont été exécutées à six

distances différentes, à raison de 15 coups au moins pour chaque distance. Les projectiles étaient armés de la fusée à temps modèle 1876. On a relevé les coordonnées des points d'éclatement au moyen de la chambre obscure, et à chaque coup on a compté le nombre des empreintes et relevé leur position. Ces données ont permis d'établir le tableau de la page suivante.

On voit que l'intervalle d'éclatement de 50 mètres doit être regardé comme trop faible, surtout si l'on considère en même temps que le nombre des atteintes, celui des bandes touchées.

On a pu établir une comparaison entre les résultats que donne le shrapnel n° 3 modifié et le shrapnel réglementaire; ces données sont réunies dans le tableau de la page 508.

Ces chiffres indiquent que le nombre des éclats envoyés sur les panneaux par le shrapnel n° 3 modifié, est beaucoup plus considérable que celui que donne le shrapnel à charge centrale, mais que la gerbe fournie par le premier est beaucoup moins ouverte que celle du second.

L'emploi du shrapnel à charge postérieure offre donc cet avantage de comporter des variations assez étendues de l'intervalle d'éclatement, ce qui permet de compenser dans certaines limites les erreurs de réglage de la fusée ou d'appréciation de la distance, tout en utilisant une partie notable de la gerbe.

Il est vrai que la difficulté du réglage du tir augmente à mesure qu'on écarte du but le point d'éclatement, qui s'élève en même temps au-dessus du sol. On peut remarquer toutefois qu'il n'est pas nécessaire en général d'augmenter l'intervalle d'éclatement pour agrandir en largeur la partie utile de la gerbe sur le but ; il suffit, pour cela, de partager ce but en sections qu'on désignera comme but particulier à chaque pièce.

Le shrapnel n° 3 modifié répondait à toutes les conditions qu'on s'était proposées. Sa justesse était la même que celle

DISTANCE.	NOMBRE DE COUPS.	INTERVALLES d'éclatement par rapport à la 1re rangée.	HAUTEUR D'ÉCLATEMENT.	1re RANGÉE de panneaux.				2e RANGÉE de panneaux.				3e RANGÉE de panneaux.				4e RANGÉE de panneaux.				NOMBRE total des atteintes	
				Infanterie.		Cavalerie.		Infanterie.		Cavalerie.		Infanterie.		Cavalerie.							
				Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des atteintes.	Bandes touchées.	Nombre des trous.	Nombre des éclats.	Nombre des empreintes.	Bandes touchées.	sur les 3 premières rangées.	sur les 4 rangées.
mètres.		mètres.	mètres.																		
800	15	— 75,9	4,26	65	16	99	12	48	18	71	13	28	16	42	12	11	3	10	11	212	237
1 200	15	— 109,7	7,8	46	17	75	12	39	19	59	13	25	18	41	14	11	3	7	11	176	197
1 600	19	— 154,0	12,66	35	24	57	18	28	22	37	18	15	18	27	16	8	3	10	13	155	176
2 000	15	— 91,0	7,8	45	18	66	13	24	15	35	12	13	11	20	10	3	1	5	8	121	131
2 400	15	— 65,5	7,27	46	16	62	11	22	15	30	11	10	10	15	10	2	0,4	1	4	107	111
2 800	15	— 5,0	19,13	23	12	35	10	38	13	51	11	15	10	15	6	0,5	0,4	8	6	107	117

DISTANCE.	NOMBRE DE COUPS.	SHRAPNEL.	INTERVALLE d'éclatement par rapport au 1er panneau.	HAUTEUR D'ÉCLATEMENT.	ÉCARTS en portée des points d'éclatement.	MOYENNE des atteintes par coup		DISPERSION latérale moyenne des atteintes sur la 1re rangée de panneaux.	OBSERVATIONS.
						sur la 1re rangée de panneaux.	sur les 3 rangées de panneaux.		
mètres.			mètres.	mètres.	mètres.			mètres.	
700	12	A charge centrale	— 45	3,0	32	57	158	30	Les intervalles d'éclatement sont pris par rapport à la 1re rangée de panneaux. La 4e rangée n'existait pas lorsqu'on a fait les expériences avec le shrapnel à charge centrale.
900	20	A charge centrale	— 61,5	2,6	39	60	151	30	
800	15	A diaphragme.	— 76	4,3	23	100	211	13	
1 200	20	A charge centrale	— 67	4,4	31	73	138	30	
1 200	15	A diaphragme	—110	7,8	30,5	74	175	13	
1 600	30	A charge centrale	— 52	4,8	35	47	100	30	
1 600	19	A diaphragme	—154	12,7	36,5	56	123	19	
2 000	30	A charge centrale	— 69,5	5,6	33,5	38	79	30	
2 000	15	A diaphragme	— 94	7,8	27	65	121	16	
2 500	40	A charge centrale	— 74	7,4	48	32	69	30	
2 400	15	A diaphragme	— 65,5	7,3	24,5	62	107	13	
2 800	28	A charge centrale	— 47	10,4	41,5	41	82	30	
2 800	15	A diaphragme	— 81	19,0	42	35	107	15	

de l'obus ordinaire; bien qu'il renfermât 30 balles de moins que le shrapnel réglementaire, il les utilisait bien mieux; enfin, il résistait bien au tir. Il semblait donc qu'on dût adopter ce projectile, mais, au moment où l'on terminait les expériences, on apprenait celles qui se faisaient à l'étranger sur le même sujet, et l'on ajourna toute décision.

L'usine Krupp, en effet, venait de construire des shrapnels de 9c et de 7c dont l'enveloppe était en fer forgé [1], ce qui permettait d'introduire dans le premier 42 ou 44 balles de plus que dans le shrapnel n° 3 modifié italien. Les résultats obtenus à Meppen avec le projectile Krupp étaient supérieurs à ceux qu'on venait d'atteindre avec le shrapnel n° 3; il eût donc été inopportun d'adopter ce dernier sans essayer une modification qui donnerait probablement de bons résultats. D'ailleurs, rien n'engageait à précipiter les conclusions, puisque les approvisionnements en shrapnels réglementaires étaient encore au complet. Toutes ces raisons ont conduit à continuer les expériences.

Shrapnels de 7c.

A l'époque où l'on obtenait avec les shrapnels de 9c les résultats dont nous venons de parler, on avait déjà commencé des expériences sur deux modèles de shrapnels de 7c à cordons de cuivre et à charge centrale (fig. 16 et 17) armés de la fusée à temps modèle 1876.

Le shrapnel n° 1 renfermait 103 balles de 16gr,25 et pesait tout chargé 4k,135. Le modèle n° 2 contenait 97 balles et pesait seulement 3k,984. La charge d'éclatement était, pour tous deux, de 14 grammes.

On fit avec ces deux modèles des expériences d'éclatement au repos, de tir de justesse et de tir de guerre. Une charge de 900 grammes de poudre de 7 à 11 millimètres leur donna une vitesse initiale de 440 mètres environ; aucun projectile ne se brisa par suite du choc au départ.

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XIII, p. 306 et 486.

Les deux shrapnels essayés donnaient de bons résultats à tous les points de vue ; néanmoins, on voulait rapprocher leur poids de celui de l'obus ordinaire de 7c (4k,250), en les allongeant, puisque la disposition intérieure des coffres le permettait, ce qui conduisit au modèle n° 3 représenté figure 8.

Shrapnel n° 3. — Les 100 premiers projectiles de ce modèle furent construits de manière à renfermer de 107 à 111 balles avec une charge d'éclatement de 15 grammes renfermée dans un tube dont la partie supérieure s'évasait en entonnoir.

On pensait que cette dernière innovation aurait pour avantage de développer plus rapidement une grande quantité de gaz dans l'ogive même et de séparer facilement celle-ci, en même temps que de dégager plus aisément les balles. L'expérience montra que ces prévisions étaient mal fondées et l'on renonça à cette forme du tube, qui ne pouvait que compliquer la fabrication. On résolut donc de s'en tenir au tube ordinaire, et l'on avait déjà fait la commande de 200 shrapnels n° 3 établis sur ces données, lorsque les résultats obtenus avec le shrapnel de 9c à diaphragme vinrent modifier le cours des idées et conduisirent à essayer, pour le calibre de 7c, le système à charge postérieure. On établit donc, pour ce calibre, un shrapnel semblable au modèle n° 3 modifié de 9c, et l'on obtint un projectile contenant 84 balles, avec une charge d'éclatement de 50 grammes et pesant tout chargé 4k,140 (fig. 19).

L'éclatement au poser, dans un puits à parois en bois, a donné des résultats identiques à ceux du shrapnel de 9c. En outre, le projectile a bien résisté au tir à la charge de 900 grammes. Néanmoins, on ne constata pas dans le tir de guerre une supériorité évidente du nouveau shrapnel de 7c sur le shrapnel réglementaire de même calibre.

On fit donc des expériences comparatives entre ces deux projectiles avec le canon réglementaire modifié, à chambre allongée et tirant à la charge de 850 grammes.

On tint compte de ce que les effets de dispersion des deux projectiles ne pouvaient être comparables qu'à la condition de ménager des intervalles d'éclatement différents, et l'on fit éclater les shrapnels munis de fusées percutantes sur un masque situé, pour le shrapnel réglementaire, à 50 mètres du premier panneau-cible et à 100 mètres pour le shrapnel en essai.

Le tableau suivant donne les résultats qui ont permis d'établir cette comparaison.

SHRAPNEL.	DISTANCE.	NOMBRE DE COUPS.	HAUTEUR D'ÉCLATEMENT.	INTERVALLE D'ÉCLATEMENT.	MOYENNE DES ATTEINTES PAR COUP								DISPERSION LATÉRALE sur la 1re rangée.
					sur la 1re rangée de panneaux.	sur la 2e rangée de panneaux.	sur la 3e rangée de panneaux.	sur les 3 premières rangées.	sur la 4e rangée. Trous.	Éclats.	Empreintes.	sur les 4 rangées.	
	mètr.		m.	m.									m.
A charge centrale .	1 000	22	4,5	50	56,6	43,5	26,7	124	2,7	2,6	4,7	134	28,8
A diaphragme . . .	1 000	21	8,5	100	29,5	25,2	25,6	80	3,5	5,8	9,1	98	27,6

On voit que le shrapnel à charge centrale s'est montré en tout point supérieur au nouveau modèle. Ce fait a d'ailleurs été confirmé par des expériences faites sur une plus grande échelle. On a tiré, en effet, les deux shrapnels armés de la fusée à temps à des distances variant de 800 à 2500 mètres, en prenant pour chacun des intervalles d'éclatement tels, que la dispersion latérale sur la première rangée fût à peu près la même pour les deux projectiles. Le tableau ci-après donne les résultats obtenus, auxquels on a ajouté (d'après les tables de tir) le nombre d'atteintes qu'aurait donné le shrapnel réglementaire sur la 1re rangée de panneaux.

Le shrapnel à charge centrale présente une supériorité incontestable sur le shrapnel réglementaire et aussi sur le shrapnel à diaphragme. Cependant, en ce qui concerne sa valeur relativement à ce dernier, il faut tenir compte de

DISTANCES.	NOMBRE DE COUPS.	PROJECTILE.	INTERVALLE D'ÉCLATEMENT.	HAUTEUR D'ÉCLATEMENT.	MOYENNE des atteintes par coup						DISPERSION LATÉRALE sur la 1re rangée.	NOMBRE des atteintes sur la 1re rangée réduite à 2 mètres de haut.		OBSERVATIONS.
					sur la 1re rangée de panneaux.	sur les 3 premières rangées.	sur la 4e rangée.			sur les 4 rangées.		Shrapnels expérimentés.	Shrapnel réglementaire.	
							Trous.	Éclats.	Empreintes.					
mètres.			mètres.	mètres.							mètres.			
800	15	A charge centrale	42	5,3	59	144	7	1	10	162	13	40	36	(1) Le nombre des atteintes sur la première rangée a été insignifiant à cause de la hauteur d'éclatement considérable.
800	20	A diaphragme	178	8,4	27	50	0	2	3	55	21	18		
1 200	15	A charge centrale	45	4,5	54	139	3	2	7	151	21	36	30	
1 200	20	A diaphragme	136	8,2	37	71	0	1	2	74	17	25		
1 600	15	A charge centrale	60	5,8	58	119	1	0	6	126	21	40	24	
1 600	20	A diaphragme	134	13,3	29	62	0	1	4	67	18	19		
2 000	15	A charge centrale	56	10,1	57	104	3	1	6	114	19	38	19	
2 000	19	A diaphragme	110	11,4	20	30	0	1	4	35	17	14		
2 500	15	A charge centrale	11	8,4	»	56	1	2	4	63	(1)	»	»	
2 500	20	A diaphragme	127	21,4	20	30	0	0	6	36	16	»		

ce que les intervalles d'éclatement ont été exagérés pour le shrapnel à diaphragme, ce qui a augmenté la dispersion aux dépens du nombre d'atteintes, et il faut songer que dans la pratique, il vaudrait mieux, avec le shrapnel à charge postérieure, arriver à la dispersion latérale des atteintes, en partageant le but en plusieurs parties affectées chacune à une pièce différente. On pourrait ainsi diminuer les intervalles d'éclatement, et par là même augmenter le nombre des atteintes en réglant convenablement la dispersion.

Au point de vue de la précision du tir, le shrapnel à charge centrale et le shrapnel à diaphragme ont donné des résultats satisfaisants ; lorsqu'ils sont tirés dans des conditions identiques, la vitesse initiale du premier est légèrement supérieure à celle du second.

En somme, l'ensemble des résultats obtenus était en faveur du projectile à charge centrale pour le calibre de 7c, et les expériences exécutées par la maison Krupp vinrent confirmer cette opinion.

Le shrapnel à diaphragme Krupp de 7c contenait 100 balles de 15 grammes, 60 grammes de poudre, et pesait 4k,350 ; il était tiré à la charge de 1 kil. de poudre à grains de 6 à 10 millimètres, peu différente de celle employée avec les canons de 7c italiens transformés.

Bien que ce projectile Krupp dût être plus puissant que notre shrapnel à diaphragme, à cause de son poids et de son organisation intérieure, il ne s'est pas montré supérieur à notre shrapnel à charge centrale, et cette raison est venue à l'appui de celles qu'ont fournies nos propres expériences, pour conduire à l'adoption du shrapnel de 7c à charge centrale.

Le renouvellement des approvisionnements se fera donc avec des shrapnels à cordons de cuivre dont le tracé est représenté figure 18, mais pourvus d'un tube cylindrique. Ce projectile contiendra en moyenne 103 balles et son poids sera de 4k,200.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Transformation du fusil modèle 1871 en arme à répétition. — Le fusil à répétition n'a pas encore été adopté en Allemagne, parce que le mécanisme fort compliqué des modèles proposés jusqu'à ce jour rendait cette arme impropre au service de guerre. On affirme que celui qui a été construit par l'usine Löwe, à Berlin, satisfait à toutes les conditions exigées.

Le problème était le suivant : Transformer le fusil modèle 1871 en arme à répétition sans modifications trop grandes et trop coûteuses, de manière que le mécanisme, à la fois simple et solide, satisfasse aux exigences du service de guerre et que l'arme puisse être employée à volonté comme fusil à répétition ou comme fusil à un coup.

Le magasin est mobile, il est construit en tôle d'acier, pèse 350 grammes et peut contenir 11 cartouches ; lorsqu'il est adapté au fusil et qu'on ramène le cylindre en arrière, une cartouche vient se placer dans la boîte de culasse ; quand on ferme, la cartouche suivante s'approche du point par lequel elle devra y entrer.

Ce magasin peut être adapté à toutes les armes à verrou, et son emploi permet de tirer 12 coups en 24 secondes, le temps nécessaire pour y placer les 11 cartouches est de 15 secondes. Il affecte la forme d'un U et les cartouches y sont couchées côte à côte ; il peut être chargé séparément ou étant fixé au fusil. Il est placé immédiatement au-dessous de l'échancrure de la boîte de culasse, ce qui ne dérange pas l'équilibre de l'arme. Enfin, il ne gêne en rien lorsqu'on exécute le maniement d'arme ou qu'on porte l'arme pendant les marches.

Les modifications à apporter au fusil modèle 1871 pour y adapter le magasin sont très simples.

1° Adapter un prisme sur lequel on accroche le magasin au moyen de 2 vis;

2° Couder le levier;

3° Modifier l'extracteur de manière à rejeter automatiquement les douilles vides.

Cette dernière modification a paru également nécessaire pour les fusils Mauser à 1 coup.

La transformation du fusil modèle 1871 pourra se faire moyennant une très-faible dépense et suffira pour donner à l'Allemagne une arme supérieure à celles des autres puissances.

La pose et l'enlèvement du magasin sont très-simples; on l'accroche au prisme cité plus haut, et un ressort le maintient solidement en place; pour l'enlever, on n'a qu'à presser légèrement sur le ressort. Le temps employé à ces mouvements est insignifiant. Le clapet de chargement du magasin est habituellement fermé par un ressort, et lorsqu'on veut faire fonctionner le mécanisme, une légère pression pousse le ressort de côté. En remettant ce ressort en place, on referme le magasin.

La valeur du fusil comme arme à un coup n'est pas diminuée par la présence du magasin, et lorsqu'on enlève ce dernier, on retrouve l'ancien fusil Mauser. D'ailleurs, on peut s'en servir comme arme à un coup, lorsque le magasin est en place, qu'il soit plein, partiellement chargé ou vide.

La durée du magasin semble indéfinie; après avoir servi à tirer plusieurs milliers de coups, il n'a montré aucune dégradation.

L'École de tir de Spandau s'occupe actuellement des épreuves de tir du fusil modifié. D'après les résultats obtenus jusqu'à ce jour, on a le droit de penser qu'avant peu ce sera l'arme réglementaire de certains corps de troupe en Allemagne.

(*Deutsche Heeres-Zeitung*).

Suisse : Emploi de pétards pour les instructions pratiques sur le réglage du tir. — La méthode d'instruction qui va être exposée a pour objet d'exercer à l'observation des points de chute et au réglage du tir, les officiers, et si l'on veut, les sous-officiers capables d'avancement. Elle a l'avantage de pouvoir être mise en pratique en un lieu quelconque, sans avoir besoin de se transporter sur le champ de tir habituel, et par conséquent elle permet d'apporter dans les exercices de ce genre une variété très-grande et fort utile à plus d'un point de vue. D'ailleurs, ces exercices se font sans dépenser de munitions, on n'y brûle que quelques pétards.

L'instruction sur le réglage du tir se divise en deux parties.

1° Exercices relatifs à l'observation des points de chute;

2° Exercices sur le réglage du tir à obus ordinaires ou à shrapnels.

Exercices relatifs à l'observation des points de chute. — Les officiers ou sous-officiers qui prennent part à l'un de ces exercices, sont placés sous le commandement d'un officier que nous appellerons l'*instructeur*, qui les conduit en un point du terrain qu'il a choisi d'avance. Cet instructeur a désigné comme but sur lequel on est censé tirer, un autre point où se trouve un obstacle, une haie, un pli de terrain, la lisière d'un bois, point tel qu'une batterie ennemie puisse rationnellement y être à couvert. Il faut que ce but fictif soit choisi de manière que l'observation des points de chute n'y soit pas trop facile; il ne doit pas se détacher trop nettement sur les objets environnants, les abords n'en doivent pas être trop découverts.

Il ne faudrait pas non plus exagérer la difficulté de l'observation, car l'exercice ne serait plus d'aucun profit.

Un officier ou un sous-officier a été envoyé d'avance au but avec quelques hommes chargés de la manipulation des pétards. Le chef de détachement fait tracer sur le sol, sur une centaine de mètres en avant et en arrière du but, la

ligne qui joint le centre de ce but à la batterie qui est censée tirer.

L'instructeur a préparé un programme de ce que doit faire le détachement qui est au but, et lui en donne un double au moment où il l'envoie à son poste. Ce programme indique exactement le point où chaque pétard devra être tiré (par exemple : n° 1 à 10^{m} en avant, n° 18 à 80^{m} en arrière et 6^{m} à gauche, etc).

On choisit, à proximité de la batterie, le point d'où les observations devront être faites, puis l'instructeur fait un signal auquel le chef de détachement du but doit répondre en faisant partir un pétard à l'endroit qui lui est indiqué par le programme.

L'homme qui met le feu au pétard doit se tenir caché après s'être rendu à son poste sans être vu.

Dès que, de la batterie, on aperçoit la fumée, chacun des observateurs inscrit sur un carnet son appréciation propre sur le point d'éclatement. L'instructeur examine successivement tous les nombres inscrits, puis il indique la position exacte du point d'éclatement, afin que chacun se rende compte des erreurs qu'il a pu commettre.

Un nouveau signal est fait au détachement du but qui met le feu à un autre pétard, et ainsi de suite.

Cette instruction sera d'autant plus utile qu'on fera varier davantage les conditions qui peuvent influer sur l'observation du tir ; à cet effet, on changera à chaque séance l'endroit où se trouvent le but et l'emplacement de la batterie, on fera les expériences en profitant de diverses conditions atmosphériques (matin, soir, temps clair, temps couvert, etc.).

Exercices relatifs au réglage du tir. — Ces exercices sont soumis à la progression suivante :

1° Déterminer la hausse dans le tir à obus ordinaires ;

2° Cette hausse étant connue, déterminer la hausse et la graduation pour le tir à shrapnels sur le même but ;

3° Déterminer la hausse et la graduation dans le tir à shrapnels pour une distance inconnue.

Déterminer la hausse dans le tir à obus ordinaires. — Le chef de détachement du but place sur la ligne de tir, 4 hommes qui seront chargés de mettre le feu aux pétards ; le 1er à 150 mètres environ en avant du but, le 2e à 10 mètres en avant, le 3e à 10 mètres en arrière, le 4e à 150 mètres en arrière. Ces hommes ne doivent pas être vus de la batterie.

L'installation des signaux doit être telle que le signal fait de la batterie au but par l'instructeur ne puisse pas être vu des observateurs placés sous ses ordres.

On s'est servi jusqu'ici de deux fanions, l'un rouge, l'autre blanc, qu'on a employés de la manière suivante (1):

L'instructeur se place à proximité des observateurs afin de pouvoir communiquer avec eux, mais de façon à n'en être pas vu lorsqu'il fait les signaux. D'ailleurs, ces observateurs ne doivent pas se retourner pour chercher à les apercevoir. Le fanion blanc élevé une fois indique que l'homme qui est en avant et près du but doit mettre le feu à un pétard ; élevé deux fois, il désigne l'homme situé en avant et à 150 mètres du but. Le fanion rouge donne des indications analogues aux deux hommes placés en arrière du but.

En arrivant sur le terrain, l'instructeur choisit l'emplacement de la batterie et indique aux observateurs le but dont seul il connaît la distance. Il désigne ensuite un des officiers placés sous ses ordres et le charge de régler le tir sur ce but. Cet officier, chargé de commander le feu, choisit la place la plus convenable à l'observation des coups (à 100 mètres au plus de la batterie). Les autres observateurs se placent derrière lui. L'instructeur prévient celui qui commande le feu qu'il doit régler son tir avant d'avoir usé 24 pétards.

(1) La téléphonie volante, déjà mise en pratique à l'école de tir d'artillerie de Bourges, pourrait être appliquée ici avec avantage et en rendant les conditions dans lesquelles sont faits ces exercices, plus conformes à celles du tir réel.

Un exemple fera comprendre de quelle façon est conduit l'exercice de tir :

Supposons que la hausse à trouver soit de 83 millimètres. Elle est connue de l'instructeur seul qui va se placer, avec un homme chargé des fanions, au point choisi pour faire les signaux.

Le commandant de la batterie apprécie la distance du but d'une manière quelconque et donne la hausse de 60 millimètres. L'instructeur fait élever deux fois le fanion blanc, de manière à avertir l'homme qui est à 150 mètres en avant du but, de faire partir un pétard.

Le commandant de la batterie, en voyant la fumée, émet son jugement (supposons qu'il soit bon) ; il déclare que le coup est court, et il porte la hausse à 76.

L'instructeur fait élever une fois le fanion blanc ; l'homme placé à 10 mètres en avant du but met le feu à un pétard.

Le commandant de la batterie déclare le coup court et porte la hausse à 92.

L'instructeur fait élever deux fois le fanion rouge; l'homme placé à 150 mètres en arrière du but met le feu à un pétard.

Le commandant de la batterie déclare le coup long et ramène la hausse à 84 millimètres.

Chacun des officiers placés derrière lui a noté en silence, sur son carnet, ses propres observations et les hausses successives qu'il aurait données s'il avait été à la place du commandant de la batterie.

L'instructeur examine tous les carnets dès qu'on est arrivé à la hausse exacte, puis il indique cette hausse à tous les observateurs et critique les nombres inscrits sur les carnets qu'on lui présente.

Si le commandant de la batterie, par suite d'appréciations erronées ou par un défaut de méthode, arrive au nombre maximum de coups qui lui est alloué sans avoir pu régler le tir, l'instructeur lui indique les erreurs qu'il a faites ou les fautes qu'il a commises.

Déterminer la hausse et la graduation dans le tir à shrapnels. — Étant connue la hausse nécessaire pour atteindre le but avec l'obus ordinaire, il s'agit d'en déduire la hausse et la graduation qu'on devra employer pour le tir à shrapnels sur le même but.

De part et d'autre de ce but, à 40 mètres environ en avant et à la même distance en arrière, on a élevé 2 mâts de 5 mètres de haut, munis d'une poulie à leur extrémité. Sur cette poulie peut courir une petite corde divisée en mètres et au bout de laquelle est fixé un pétard. Les divisions de la corde permettent d'élever ce pétard le long du mât à la hauteur qu'indique le chef du détachement; on le fixe à cette hauteur en enroulant la corde autour d'un clou que porte le mât. L'homme chargé de cettre manœuvre ne doit pas être vu de la batterie.

Les signaux sont analogues à ceux qu'on a expliqués à propos de l'exercice précédent. Le fanion blanc élevé 3 fois de suite, par exemple, veut dire que le pétard doit éclater sur le mât qui est en avant du but et à 3 mètres de hauteur. Le fanion rouge désigne le 2e mât.

Prenons un exemple :

On est supposé tirer avec le canon de 10c; la hausse trouvée pour le tir à obus ordinaires est de 72 millimètres, les shrapnels sont armés de la fusée modèle 1873.

L'instructeur seul connaît les résultats qu'il faut obtenir, à savoir 76 millimètres de hausse et 36 divisions de la graduation.

Il peut donc juger du point où éclatera le projectile par rapport au but, d'après les hausses et les graduations successives données par l'officier qui commande le feu. L'instructeur fera ses signaux en conséquence. Si l'obus ne peut pas éclater en l'air et qu'il doive faire fougasse, aucun signal n'est donné.

Le commandant de la batterie observe les coups et modifie son tir de manière à le régler le plus rapidement possible.

Dans le cas où la hausse du tir à obus ordinaires est inconnue; celui qui commande le feu n'a plus aucune donnée sur la distance. Il est plus nécessaire encore pour l'instructeur que dans les cas précédents, de bien connaître les méthodes de tir qu'on doit employer, afin que les indications qu'il donne au détachement du but soient toujours exactes. S'il en était autrement, le commandant de la batterie serait mis dans un grand embarras et aurait bien des chances pour ne pas arriver au réglage du tir.

Il est bien entendu que les observations faites plus haut à propos du premier exercice sont applicables aux instructions pratiques sur le réglage du tir, c'est-à-dire qu'on doit faire varier autant que possible les conditions dans lesquelles ces exercices sont effectués.

(*Zeitschrift für die schweizerische Artillerie.*)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Aide-mémoire (1) *à l'usage des officiers d'artillerie*, 4e édition. — Librairie Dumaine. — Chapitre III : Affuts, voitures, attirails. — Chapitre IV : Armements, assortiments, agrès et outils.

Ces deux chapitres, qui viennent de paraître il y a quelques jours, sont le second et le troisième dans l'ordre de la publication des vingt-trois chapitres dont se compose l'Aide-mémoire.

Les divers chapitres vont se succéder à peu d'intervalle.

Les chapitres VII, XII, I et II seront mis en vente très prochainement.

L'impression des chapitres XIX et XVI est sur le point d'être terminée. Viendront ensuite les chapitres XIV et XXI.

Le prix total (prix réduit) de l'Aide-mémoire complet ne doit pas dépasser 20 fr.

Au sujet du tir rapide de l'infanterie, des fusils à magasin et des appareils propres à accélérer le tir, par A. von der Howen, capitaine d'artillerie de la garde russe. Saint-Pétersbourg, 1880.

Sous ce titre, le capitaine d'artillerie de la garde russe von der Howen, adjoint à la direction générale de l'artillerie, vient de publier à Saint-Pétersbourg l'ouvrage le plus complet qui ait paru jusqu'ici, sur les armes à magasin et les différents appareils qui ont été successivement proposés pour accroître la rapidité du tir des armes à feu portatives. Ce travail a été, dans un ordre de l'artillerie

(1) Voir *Revue d'artillerie*, livraison de juin 1880, p. 388.

russe, en date du 28 avril 1880, l'objet des félicitations de l'adjoint au grand-maître de l'artillerie.

Aujourd'hui, surtout, que la question des armes à répétition est plus que jamais à l'ordre du jour, et que, si l'on en croit les journaux d'outre-Rhin (1), l'Allemagne, après avoir affecté de ne pas s'en occuper, paraît devoir être la première à la résoudre dans le sens de l'affirmative, l'ouvrage du capitaine von der Howen présente un intérêt tout particulier.

On y trouve le résumé de toutes les expériences qui ont été exécutées depuis une dizaine d'années dans les différents pays, ainsi que les essais faits en Russie depuis la dernière guerre, en particulier sur le chargeur rapide Krnka.

Ces derniers essais ont été dirigés par le capitaine von der Howen; aussi cette partie présente-t-elle un intérêt tout spécial. Comme complément de son travail, l'auteur donne la description succincte des principaux mécanismes proposés ou essayés, avec planches à l'appui. On y trouve donc rassemblés tous les documents nécessaires pour l'étude des armes à répétition.

« Dans la dernière guerre russo-turque, les Turcs ont surtout mis à profit deux des qualités de leur fusil : sa grande portée et la rapidité du tir. Ce n'était pas avec leur peu d'instruction et un fusil reçu la veille qu'ils pouvaient prétendre à mettre à profit sa justesse pour faire des tirs de précision. Aussi cherchèrent-ils franchement une compensation dans la rapidité du tir dont leur arme était susceptible, et partout où ils eurent affaire aux Russes, ils leurs envoyèrent dans un court espace de temps une véritable grêle de balles. L'effet que les Turcs ont obtenu par ce procédé n'est que trop connu ; il se mesure par plusieurs dizaines de mille de soldats tués ou blessés dans l'armée russe. On dira bien que le feu des Turcs était

(1) Voir p. 517.

désordonné, informe, indigne d'une armée instruite ; tout cela est vrai ; mais on ne peut empêcher ce fait que le tir des Turcs, tir non ajusté et basé uniquement sur la masse de balles lancées en un court espace de temps, a fait subir aux Russes des pertes considérables. »

Ainsi débute le capitaine von der Howen, qui fait ensuite remarquer que, si l'on s'est préoccupé, depuis la guerre, de réglementer le tir à grande portée en augmentant la graduation de la hausse, on a opposé à peu près complètement une fin de non-recevoir à la question du tir rapide en se basant sur les difficultés que l'on rencontrerait dans le réapprovisionnement des troupes sur le champ de bataille, question capitale, il est vrai, mais qui n'est cependant point insoluble [1] et doit pouvoir être résolue le jour où l'on s'en occupera sérieusement. Chaque fois du reste que l'on a proposé quelques perfectionnements pouvant accroître la rapidité du tir du fusil, on a toujours crié au gaspillage des munitions. A quoi bon alors avoir adopté un fusil se chargeant par la culasse et cherché à réduire le plus possible le nombre des temps de la charge ? Mieux valait conserver l'ancien fusil et la charge en douze temps qui offraient les meilleures garanties que l'on puisse imaginer contre le gaspillage des munitions.

« *Ménager les cartouches, se peut et se doit ; mais les hommes ont, sans comparaison, beaucoup plus le droit à être ménagés que les cartouches.* »

Telle est l'épigraphe que le capitaine von der Howen a mise en tête de son livre, en l'empruntant au *Traité de tactique* du général Dragamirov, et il part de là pour prouver qu'aujourd'hui il n'y a pas de raison pour ne pas utiliser aussi bien la grande rapidité du tir des nouvelles armes

---

[1] Les Turcs étaient munis de beaucoup de cartouches non-seulement lorsqu'ils étaient sur la défensive et occupaient des ouvrages, mais aussi dans l'attaque, lors, qu'ils marchaient en avant. Outre les cartouches qu'ils portaient dans la giberne, ils en avaient d'autres dans des sacs de drap ou de toile qu'ils portaient en bandoulière. De plus, les colonnes d'attaque étaient suivies de chevaux ou d'ânes chargés de cartouches. Chaque tabor (bataillon) de 700 hommes environ avait 400 caisses de 100 cartouches chaque, soit 400 000 cartouches ou 570 par homme.

que leur grande portée et leur grande justesse. Étant données les armées modernes, composées en majeure partie d'hommes à peine dégrossis, on ne peut avoir la prétention de n'utiliser que la justesse de l'arme, les troupes instruites seules seront susceptibles d'exécuter des tirs ajustés, les autres compenseront leur infériorité au point de vue du tir par la grêle de balles avec laquelle ils battront tout le terrain.

« N'admettre uniquement qu'un tir ajusté et lent dans toutes les circonstances du combat moderne, avec la courte durée actuelle du service dans les armées européennes, eu égard à la marche de l'infanterie par bonds d'abri en abri, et par suite aux changements fréquents de hausse qu'entraîne cette manière de combattre, c'est vouloir être sa propre dupe. L'homme reste toujours un homme, c'est-à-dire un être impressionnable et incapable, au milieu de l'action, de régler tranquillement la hausse et d'en lire attentivement les divisions. A chaque bond, la hausse devra être modifiée, et l'on ne peut guère espérer que chaque soldat soit capable d'évaluer la distance qu'il a ainsi parcourue. »

Il faut donc, ajoute le capitaine von der Howen, au lieu de continuer à considérer la rapidité du tir comme un élément dangereux, nuisible et essentiellement démoralisateur, chercher à donner au soldat, dans certains moments du combat et surtout aux distances rapprochées, la possibilité de faire pleuvoir sur son adversaire, en un très court espace de temps, un grand nombre de balles. A ce point de vue, l'étude des armes à répétition et des autres appareils permettant d'accélérer le tir présente un intérêt tout particulier.

« Ce n'est pas que l'emploi du tir rapide soit à préconiser dans tous les cas et qu'il y ait lieu d'accorder au tir non ajusté une place dans les règlements. Mais il est impossible de comprendre, d'autre part, pourquoi on priverait le soldat de la faculté de brûler, dans des circonstances particulièrement critiques, une fois et demie ou deux fois

plus de cartouches qu'à l'ordinaire, et cela par l'unique raison qu'il peut abuser du tir rapide et s'en servir mal à propos.

« Est-ce bien à ceux qui ont traversé avec le soldat russe la Turquie jusqu'à Constantinople, à ceux qui savent ce qu'il a brûlé de cartouches au passage du Danube et des Balkans, et à quel point il a été parcimonieux de ses munitions, de lui faire un pareil reproche? Ce n'est pas simplement à une discipline sévère que les troupes russes ont obéi en ménageant leurs cartouches, mais aussi au bon sens et à l'instinct de conservation. »

Dans ces considérations générales, nous avons cherché à reproduire l'idée principale de l'auteur, qui se défend d'avoir la prétention de résoudre la question du tir rapide, question qui ne peut être tranchée que par les autorités compétentes. Nous allons maintenant analyser rapidement l'ouvrage du capitaine von der Howen.

Il commence par constater que les armes à répétition sont à l'étude dans presque tous les pays. Depuis longtemps la Suisse a adopté le fusil Wetterli, à magasin; des expériences faites à Prague ont montré les avantages du fusil Kropatschek; la marine française a adopté ce fusil pour l'armement de la flotte; aux États-Unis, une commission spéciale d'officiers d'artillerie fit à Springfield des expériences très complètes sur un grand nombre de fusils à répétition et se prononça en faveur du fusil Hotchkiss, pour la fabrication duquel 20000 dollars ont été mis à la disposition du ministre de la guerre. La Norvège s'est occupée également des fusils à répétition pour l'armement de sa flotte. L'Italie exécute des expériences sur les fusils à répétition et la simplicité du fusil *Wetterli-Berthelot* montre les progrès accomplis dans ce pays[1]. En Angleterre, cette question est également à l'ordre du jour. La Prusse,

[1] Un certain nombre d'armes de ce modèle a été donné, à titre d'essai, aux bersaglieri italiens.

qui paraissait tout d'abord s'être prononcée catégoriquement contre le principe même du tir rapide, a fait en secret, dans le courant du mois de janvier 1879, des expériences sur un dispositif destiné a augmenter la rapidité du tir du fusil Mauser. D'après les *Jahresberichte* publiés en 1879 par Löbell, le ministre de la guerre fit essayer le dispositif de M. Chano, qui se fixe à gauche de la boîte de culasse. En maniant la culasse mobile, les cartouches tombent automatiquement dans le fusil, qui est ainsi transformé, au moment du besoin, en arme à répétition. Cet appareil contient dix cartouches et peut être porté dans le sac ou dans la cartouchière.

L'auteur examine ensuite les moyens que l'on peut employer pour augmenter la rapidité du tir des armes à chargement rapide : ce sont l'adoption de fusils à répétition ou celle d'appareils que nous appellerons chargeurs rapides. Ces derniers peuvent être automatiques ou non, suivant que les cartouches qu'ils contiennent se placent automatiquement dans le canon en ouvrant et fermant la culasse ou sont simplement placées à une petite distance de la main du tireur, diminuant ainsi le temps nécessaire pour prendre la cartouche dans la giberne et la placer dans le canon.

Voici le résumé des expériences faites en France, en Autriche, en Suède et en Amérique, sur les fusils à répétition et de celles faites en Russie sur le chargeur rapide système Krnka; nous parlerons un peu plus longuement de ce dernier, ce dispositif étant le premier de ce genre sur lequel des expériences sérieuses aient été faites.

Expériences faites en France. — L'auteur donne la traduction *in extenso* des articles qui ont paru dans le ***Mémorial de l'artillerie de marine,*** rendant compte des expériences faites à Cherbourg en 1877 (tome VI, 2e livraison 1878), et des modifications apportées plus tard au fusil adopté (tome VII, 2e livraison 1879). Nous y renvoyons le lecteur.

Expériences faites en Autriche en 1878. — Des tirs comparatifs ont été exécutés à Prague par des pelotons de chasseurs armés les uns du fusil Werndl, les autres du fusil Kropatschek modifié. Le résultat fut favorable au Kropatschek.

La même année (1878), une commission fut nommée dans le but d'étudier un certain nombre de fusils à répétition et d'appareils pouvant se fixer au fusil. Les fusils qu'elle eut à étudier peuvent être classés en quatre groupes :

I. Henry Winchester, Fruhwirt et Kropatschek modifié.

II. Mannlicher.

III. Spitalsky.

IV. Spencer.

Dans son rapport, la commission fit remarquer qu'il était facile de transformer à peu de frais les fusils ordinaires en armes permettant un tir plus rapide, au moyen de dispositifs extérieurs ; mais ces dispositifs présentent certains inconvénients au point de vue technique : le centre de gravité de l'arme sort du plan de symétrie, ce qui rend la visée et en général le maniement du fusil plus fatigants. Cet appareil, il est vrai, peut être porté dans le sac en temps ordinaire, mais cela complique la manœuvre. Les fusils à répétition, au contraire, présentent des avantages beaucoup plus marqués, pourvu toutefois qu'ils remplissent les conditions suivantes :

Permettre avec certitude et à chaque instant l'accroissement de vitesse du feu ; pouvoir, dans tous les cas, être employés comme fusils ordinaires et permettre de passer avec certitude du tir coup par coup au tir à répétition et inversement ; ne pas trop déplacer le centre de gravité de l'arme et avoir le mécanisme de répétition bien protégé.

Il faudrait ensuite avoir soin de déterminer e [illegible] nt les règles d'emploi du tir à répétition, afin que [illegible] ne puissent avoir d'hésitation sur ce qu'elles [illegible]

En définitive, de tous les systèmes expérimentés, ce fut le fusil Kropatschek qui fournit les meilleurs résultats [1].

Expériences faites en Suède. — Pendant que la commission nommée en Autriche se prononçait en faveur des fusils à répétition, les trouvant utiles et simples, la commission d'expérience suédoise exprimait un avis absolument contraire, et repoussait l'adoption de ces armes. Cette commission, composée d'officiers suédois et norvégiens, avait à étudier un certain nombre de questions relatives à l'armement des deux royaumes.

Elle résolut négativement la question de l'adoption du fusil à répétition, s'appuyant sur des raisons d'ordre technique et tactique. Les fusils à répétition, comparés aux fusils ordinaires, sont, disait-elle, plus compliqués et plus délicats à manier ; en guerre, ils sont moins solides et plus lourds ; enfin, ils sont inférieurs sous tous les rapports aux fusils ordinaires.

Admettant cependant la supériorité du fusil à répétition sous le rapport de la vitesse, pour le tir des 8 à 10 cartouches du magasin, la commission lui reprochait les défauts suivants :

1° Supposons que le magasin ait été conservé intact jusqu'au moment décisif : si l'ennemi continue à avancer malgré l'augmentation du feu, il faudra continuer le feu en tirant coup par coup, ce qui peut n'être pas commode à ce moment critique où le combat corps à corps peut commencer ;

2° Le passage du tir à répétition au tir coup par coup, occasionne une perte de temps ;

3° Au commandement *feu à répétition*, un certain nombre d'hommes peuvent oublier d'ouvrir le magasin, ce qui occasionne une perte de temps. Le magasin peut s'ouvrir tout seul dans certain cas ;

4° Les cartouches du magasin sont détériorées par le tir, les balles sont aplaties et la poudre comprimée ;

[1] Voir page [illegible]

5° Le chargement et le déchargement du magasin nécessitent l'introduction de deux nouveaux temps ;

6° La discipline du feu est plus difficile à obtenir ;

7° La durée de l'attaque est au moins de 2 à 3 minutes ; or, pendant ce temps la différence entre le nombre des coups tirés par une arme ordinaire et une arme à répétition est assez faible, 1,4 à 2,5 coups pour une moyenne de coups tirés avec le fusil à répétition, de 30,6 à 35,2 (avec le fusil ordinaire 28,1 à 33,8) ;

8° Par suite de la nécessité de viser soigneusement aux grandes distances, le tir à répétition ne peut être employé qu'aux petites distances.

En somme, lorsque les fusils à répétition satisferont aux exigences d'une bonne arme de guerre, lorsqu'ils seront assez simples, assez solides, contenant un assez grand nombre de cartouches, et possédant de bonnes qualités balistiques, on pourra leur donner la préférence ; d'ici là, non.

Par suite, le fusil Krag-Peterson, en particulier, qui avait déjà été expérimenté en Norvège et adopté par la marine, a été rejeté pour l'armement de l'armée de terre.

Expériences faites en Amérique. — Tout autre est le résultat des expériences faites en Amérique en 1878.

Pour l'année 1878, on avait mis à la disposition du ministre de la guerre une somme de 100 000 dollars, destinée à la fabrication des carabines Springfield. Si, avant un an, une commission spéciale nommée par le ministre recommandait un bon modèle de fusil à répétition, le ministre de la guerre était autorisé à réserver une somme de 20 000 dollars ou plus, pour la fabrication première de ces fusils à répétition.

La commission se réunit pour la première fois, le 3 avril 1878. Le 23 septembre 1878, le président remettait au ministre de la guerre le rapport, dans lequel on recommandait le fusil à répétition présenté par M. Hotchkiss.

Par décret du 1er octobre 1878, la fabrication des fusils

de ce modèle fut décidée, jusqu'à concurrence de 20 000 dollars.

La commission avait expérimenté 27 fusils de modèles différents.

Nous ne pouvons entreprendre la description de toutes ces armes, ni donner le résultat de leur essai. Nous allons nous borner à résumer les principales épreuves subies avec succès par le fusil Hotchkiss, auquel on donna la préférence et dont les principales dispositions sont presque identiques à celles du modèle essayé en France.

Avant de remettre son arme à la commission, l'inventeur ou son représentant, devait tirer 10 coups, afin de montrer que son arme n'était pas dangereuse pour le tireur. On exécutait ensuite avec chaque fusil :

1° Un tir de vitesse et de justesse durant 2 minutes sur une cible de 6 pieds ($1^m,83$) de haut et de 2 pieds ($0^m,61$) de large à 100 pieds ($30^m,48$) de distance.

Le fusil Hotchkiss donna dans le tir à répétition, en rechargeant le magasin, 29 coups dont 20 touchèrent la cible (5 cartouches restèrent dans le magasin). Coup par coup il tira 44 coups qui donnèrent 26 atteintes. Les cartouches étaient dans les deux cas à portée de la main du tireur, sur une table, par exemple.

2° *Tir à volonté sans viser*. Le tir à répétition en rechargeant le magasin donna 26 coups, une cartouche resta dans le magasin.

Coup par coup, il tira 28 coups.

Les épreuves de sécurité avec des cartouches limées, furent supportées d'une façon satisfaisante, ainsi que celles relatives à l'encrassement et à la rouille. Les épreuves avec charge renforcée donnèrent également de bons résultats.

Ce fusil contient 5 cartouches dans le magasin et une dans la chambre. Ces 6 coups peuvent être tirés en 8 secondes; coup par coup il faut 16 secondes.

L'auteur consacre ensuite quelques pages à la descrip-

tion du fusil système *Evens* qui ne put être présenté à la commission, parce qu'il n'en existait pas à cette époque du calibre exigé. Ce fusil contient dans la crosse 26 cartouches logées dans les gouttières d'un arbre qui reçoit un mouvement de rotation par le maniement de la culasse mobile. Une bande hélicoïdale en fer enveloppant l'arbre oblige les cartouches, dont la saillie du bourrelet vient prendre appui contre cette bande, à se porter peu à peu en avant et les fait arriver successivement dans la chambre. Ce fusil fut expérimenté en Russie en 1878, et donna de bons résultats, sauf quelques légères difficultés dans l'extraction des étuis et dans le tir coup par coup. La commission lui donna la préférence incontestée sur toutes les autres armes à répétition, et émit le vœu de le voir adopté mais seulement pour être confié aux tireurs habiles.

En se servant du magasin dans le tir des fusils à répétition, il faut employer 15 à 27 secondes pour remplir le magasin avant de pouvoir continuer le feu à répétition ou continuer à tirer coup par coup le magasin étant épuisé.

Pour remédier à cet inconvénient, quelques inventeurs ont cherché à diminuer le temps d'interruption du tir en plaçant à l'extérieur du fusil des réservoirs pouvant être remplis en 3, 5 ou 8 secondes et qui permettent de reprendre le tir rapide au bout de peu de temps.

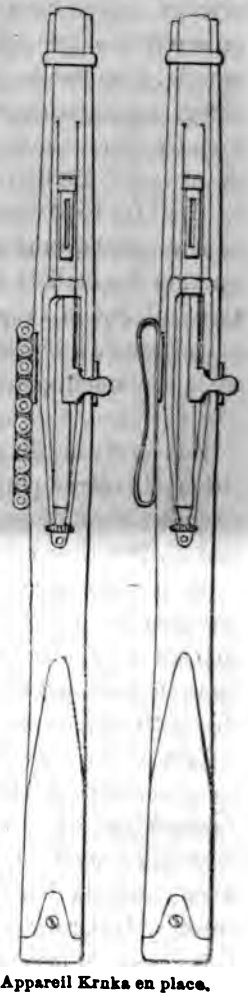
Ces réservoirs sont habituellement faits pour 9 à 10 cartouches, ce qui constitue déjà un avantage sur certains fusils à répétition; en effet, ce système exigeant un temps très court pour changer le réservoir, permet au tireur d'exécuter un feu très rapide pendant plus de 8 à 16 secondes. Le tireur sait en outre à chaque instant combien il lui reste de cartouches dans son appareil.

On peut donc employer trois systèmes pour augmenter la vitesse du feu : 1° les fusils à répétition dont nous venons de parler; 2° les chargeurs automatiques; 3° les chargeurs rapides non automatiques.

Les chargeurs rapides automatiques n'ont pas donné de bons résultats jusqu'à présent et ont d'ailleurs subi peu d'épreuves. Rappelons seulement l'appareil *Werndl* expérimenté en Autriche, et le second modèle d'avril 1879 contenant 48 cartouches dans le fût en tôle, et disposées autour d'un arbre cannelé. Nous ne connaissons pas les résultats des expériences qui y sont relatives.

Nous rappellerons également le système *Lee* dont l'inventeur a reçu des armes d'essai à modifier des gouvernements prussien, italien et espagnol ; dans ce système, la boîte de culasse n'a pas de fond et peut recevoir un réservoir en tôle contenant des cartouches, qui, soulevées par un ressort, viennent se placer successivement à hauteur de la chambre et sont poussées dans le canon par le maniement de la culasse mobile.

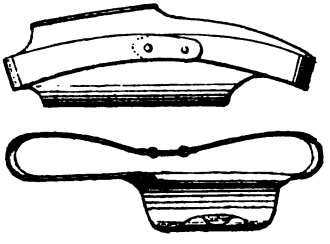
L'auteur consacre ensuite un peu plus d'attention au chargeur non automatique, système Krnka qui est le seul sur lequel des expériences sérieuses aient été faites, expériences faites en Russie et dirigées en grande partie par l'auteur lui-même. Ces expériences furent exécutées avec le modèle de 1878 et révélèrent quelques défauts auxquels Krnka chercha à remédier dans son modèle de 1880, dont voici la description succincte.



Appareil Krnka en place.

Il se compose :

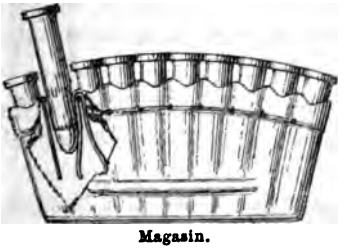
1° D'un teneur en tôle d'acier pouvant s'appliquer à la monture du fusil d'infanterie, à gauche de l'arme, contre la boîte de culasse. Les extrémités des deux lames du teneur sont réunies par deux rivets, ce qui consolide l'appareil et permet de le faire plus léger que celui de 1878;


Teneur.

2° Un magasin plat en carton gaufré et verni contenant des cases pour 10 cartouches, avec dentelures à sa partie supérieure pour permettre de saisir les cartouches plus facilement; deux refoulements du carton maintiennent le magasin dans le teneur.

La fabrication de l'appareil est très-simple : le teneur est découpé à la main ou à l'emporte-pièce dans une feuille de tôle d'épaisseur convenable. On le ploie et on le trempe de manière à lui donner sa forme et son élasticité définitives.

Le magasin est découpé dans une feuille de carton qui, ployée par le milieu forme les deux côtés; les deux extrémités sont cousues. On gaufre les côtés du magasin avec la presse en plaçant des fausses cartouches en acier à l'intérieur, et on forme les saillies. On coud ensuite entre les deux parois des cloisons en carton qui isolent les balles. Deux légers ressorts en acier, fabriqués avec les rognures provenant de la fabrication des teneurs, empêchent le ballottement des cartouches.


Magasin.

D'après M. Krnka, pour 50 000 exemplaires, par exemple, le prix de revient d'un teneur et d'un magasin serait

de 50 kop. environ, soit 1 fr. 97 c. Le magasin peut servir 15 à 20 fois en temps de paix.

Le premier appareil Krnka a été expérimenté au camp de Krasnoïe-Selo en 1879 par différents corps de troupes. Voici quelques résultats des expériences :

Le temps nécessaire pour familiariser les hommes avec l'appareil est assez difficile à évaluer exactement. Certains corps indiquaient deux ou trois séances d'une heure, d'autres d'une demi-heure. Voici les résultats obtenus par un des régiments, au bout de cinq séances d'une heure et demie chacune : placement du teneur 10″ ; placement du magasin dans le teneur, la cartouchière étant fermée, 4″35; tir de 10 coups avec le magasin 53″ ; remplacement du magasin vide par un magasin plein, la cartouchière étant ouverte, 5″ ; tir de 10 coups, remplacement du magasin, tir de 10 nouveaux coups 1′5″.

Les dégradations subies par le fût d'armes sur lesquelles des hommes inexpérimentés placèrent et enlevèrent 300 fois de suite les teneurs furent insignifiantes; les armes restèrent en service. Le teneur est assez solide et maintient suffisamment le magasin. Les magasins sont solides; secs ils peuvent servir 18 fois environ, complètement mouillés ils peuvent servir 5 fois. La cartouchière russe actuelle contient facilement 3 magasins de 10 cartouches et peut en contenir 4 avec un peu de difficulté, en plaçant les magasins alternativement la balle tournée vers le haut ou vers le bas.

L'appareil modèle 1878 gêne un peu le maniement d'arme, mais en campagne on n'a pas occasion d'en faire souvent.

Les cartouches sont suffisamment maintenues dans le magasin, il n'y a pas eu de pertes de ce chef dans le courant des expériences.

Voici quelques données qui permettent de se rendre compte de la valeur du système.

Vitesse moyenne du tir :

Tir debout. — Durée du tir 1 minute ; 100 tireurs, avec le chargeur rapide Krnka, avec les cartouchières russes de 30 cartouches, coup par coup.

1° Tir commencé, le magasin n'étant pas placé dans le teneur, 1er rég.	1 465 coups	
2° Tir commencé avec le magasin placé dans le teneur, 2e rég. . .	1 014 —	
3° Tir commencé en plaçant le magasin dans le teneur, 1 bataillon.	1 246 —	1 139 coups
4° Le magasin étant sur le teneur, bataillon de chasseurs	1 204 —	616 —
5° Le magasin étant sur le teneur, 3e régiment	960 —	887 —
En moyenne. . . .	1 178	880

Soit 300 balles par minute à l'avantage du chargeur Krnka.

Le temps nécessaire pour changer le magasin est évalué de la façon suivante par les troupes :

1er régiment.	4" — 6"
2e régiment	3" — 5"
1 bataillon	5",8
Bataillon de chasseurs	3 — 4
3e régiment	5
En moyenne. . . .	4" — 5" 3/4

Temps nécessaire pour tirer 10 coups avec le chargeur rapide.

1er rég. Tirer 10 coups et placer un nouveau magasin	55"
2e régiment. Tirer 10 coups.	44",5
1 bataillon. Tir debout 10 coups, le magasin dans le teneur	48",5
Bataillon de chasseurs. Placer le magasin dans le teneur, tirer 10 coups	33" — 45"
3e régiment. Tirer 10 coups.	46"
En moyenne. . . .	47 1/4

D'après le bataillon de chasseurs, en continuant coup par coup après l'épuisement du premier magasin, on peut tirer

11 à 16 coups par minute, soit pour 100 hommes 1 100 à 1 600 coups. En prenant les cartouches une à une dans la cartouchière, 100 hommes ne tirent en 1′ que 878 coups.

La différence en faveur du chargeur rapide est donc de 222 à 722 coups. Le chargeur peut donc rendre des services au moment où le sort du combat se décide.

Il faut remarquer que dans le tir couché le nombre des balles tirées avec le chargeur est très-peu supérieur au nombre de balles tirées coup par coup si on prend la précaution de placer les cartouches sur le sol. L'emploi du chargeur rapide a cependant l'avantage de protéger les cartouches et d'éviter le gaspillage des munitions; lorsque le soldat change de position, il n'a pas à s'occuper de ramasser les cartouches qu'il a placées sur le sol et il n'est pas exposé à les perdre.

L'auteur fait ensuite remarquer que lorsque la vitesse du tir dépasse 7 à 8 coups par minute, le p. 100 des balles mises diminue, mais que cependant le nombre des atteintes augmente.

Le tableau suivant provenant du tir du bataillon de chasseurs le fait nettement ressortir.

100 tireurs debout, en 1 minute, à 200 pas ont donné résultats suivants :

	NOMBRE de balles tirées.	NOMBRE de balles mises.	RENDEMENT.
	—	—	—
1° Avec la cartouchière russe de 30 cartouches le couvercle détaché.	616	412	67 p. 100
2° Avec la cartouchière prussienne ouverte également. .	924	496	54 p. 100
3° Avec le chargeur Krnka. .	1 204	696	58 p. 100

100 tireurs couchés dans les mêmes conditions :

1°	564	410	73 p. 100
2°	722	468	65 p. 100
3°	1 012	692	68 p. 100

On voit clairement que le p. 100 d'atteintes diminue

quand la vitesse du tir croît, ce qui s'explique facilement par la surexcitation et la fatigue croissante du soldat au bout de quelques coups. En outre, on peut voir que ce p. 100 est plus élevé avec l'accélérateur qu'avec la cartouchière prussienne. La question de savoir s'il vaut mieux avoir 412 atteintes en utilisant 67 p. 100 des balles tirées ou 692 en n'utilisant que 58 p. 100 est très-complexe et la question de l'approvisionnement des munitions s'y rattache intimement.

Nous nous arrêterons là dans le résumé des résultats des expériences sur le chargeur Krnka dont nous avons fait ressortir les points délicats.

L'auteur termine son ouvrage par quelques considérations générales dont voici l'esprit.

Il faut avant tout résoudre la question suivante : Est-il désirable de donner au soldat la possibilité de tirer en 1 minute, à certains moments du combat, un nombre plus considérable de cartouches que jusqu'à ce jour?

La solution dépend du comité supérieur chargé de l'organisation et de l'instruction de l'armée.

Si la réponse est négative, il faut rejeter par principe tous les perfectionnements ayant pour but d'augmenter la rapidité du tir.

Si la réponse est affirmative, on peut alors adopter quatre solutions :

1° Conserver les armes actuelles pendant un certain temps et les remplacer peu à peu par le fusil à répétition, reconnu le meilleur;

2° Transformer les fusils actuels en armes analogues au fusil Lee, avec réservoir et chargeur automatique, moyennant quelques modifications peu importantes;

3° Conserver les fusils et les cartouchières actuelles et consacrer 50 kopecks (2f,00) par arme à l'achat d'un chargeur Krnka;

4° Chercher une cartouchière permettant un chargement plus rapide.

L'avenir se chargera de démontrer quelle est la meilleure solution.

L'auteur consacre enfin les dernières pages de son livre à une analyse rapide de la brochure : *le Feu rapide de l'infanterie, son passé, son avenir; Paris,* 1879, *par B. J. I. de P., témoin oculaire de la guerre d'Orient,* et prévient le lecteur contre les exagérations qu'il peut contenir, en particulier au sujet du chargeur Krnka. « Jamais, dit-il, M. Krnka « lui-même n'a pu atteindre en ma présence les vitesses « que l'auteur indique pour son chargeur. Ce livre pré- « sente en somme assez d'intérêt, mais le ton louangeux et « partial de l'auteur pour l'appareil Krnka, qui ne mérite « pas tous ces éloges, produit une impression désagréable. »

Aperçu de la Géographie militaire de l'Europe (moins la France) par Gustave Hue, capitaine d'état-major, professeur à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr. — Paris, Furne, Jouvet et Cie, éditeurs.

M. le capitaine Hue vient de professer pendant quelques années, avec talent, le cours si brillamment fondé par Théophile Lavallée, dont le commandant Bureau avait été l'heureux continuateur.

Dans l'ouvrage qu'il publie aujourd'hui et qui est une partie de son cours, le capitaine Hue envisage la géographie militaire au point de vue spécial des relations intimes de la surface terrestre avec les opérations de la guerre ; l'étude des mouvements de terrain, et de leur influence sur la marche des troupes et les dispositions tactiques et stratégiques est donc d'un grand intérêt.

C'est pourquoi l'auteur divise cette étude en deux ordres de connaissances : 1° *connaissances générales,* c'est-à-dire dont l'application est universelle; 2° *connaissances spéciales,* propres à telle ou telle contrée.

L'ouvrage traite des descriptions physique, économique

et politique de l'Europe, puis il décrit le massif des Alpes, le théâtre de guerre des Alpes, la péninsule des Balkans, le théâtre de guerre des Carpathes, celui de la Pologne, celui de l'Allemagne centrale, le théâtre entre Rhin, Mein et Danube, le théâtre de la rive gauche du Rhin, la ligne du Rhin, les théâtres de guerre des Pays-Bas, de la région du Nord et de la péninsule Ibérique.

Un aperçu de la statistique militaire de l'Europe termine cet intéressant ouvrage qui sera consulté avec fruit.

Atlas de Géographie militaire de l'École spéciale militaire de Saint-Cyr, comprenant 40 cartes imprimées en plusieurs couleurs et dressées sous la direction de Gustave Hue, capitaine d'état-major, professeur à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr. — Paris, Furne, Jouvet et Cie, éditeurs.

Cette nouvelle édition de l'*Atlas de géographie militaire* présente de grandes qualités d'exactitude et de fini d'exécution. Les planches en sont gravées avec un très grand soin, et la signature des auteurs offre toute garantie.

La majeure partie de ces planches avait été exécutée d'après les dessins du commandant Bureau, ancien professeur de géographie à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr, et, sous sa direction, par le commandant Fleur et par le capitaine Dubail, anciens professeurs adjoints du même cours. Le capitaine Hue a remis une partie de ces cartes à hauteur et en a tracé lui-même un certain nombre.

La lecture de ces cartes est rendue très-facile par l'emploi judicieux de couleurs harmonieuses à l'œil ; les écritures sont nettes et le choix des noms à signaler a été fait avec beaucoup de discernement.

Rapport sur l'armée allemande adressé à S. A. I. le grand-duc Nicolas par le colonel baron Kaulbars, de l'état-major russe. — Traduction du capitaine d'artillerie G. Le Marchand. Nouvelle édition. Paris, Dumaine.

De nombreuses parties de ce rapport ont été publiées

dans la *Revue militaire de l'Étranger* et sont connues du public militaire.

L'auteur a réuni tous ces articles, a complété sa traduction et a remanié complètement son travail, de manière à en équilibrer les diverses parties et à en faire disparaître les incorrections qui lui avaient échappé à la première traduction.

Voici les titres des chapitres de ce livre, dont la lecture est des plus attrayantes : Recrutement, Marche suivie pour l'instruction des troupes, Train, Volontaires, Différents grades et emplois subalternes, Officiers, Casernement, Administration et Service intérieur.

Le Gérant : CH. NORBERG.

L'ARTILLERIE RUSSE

En 1880.

(Extrait de la *Revue militaire de l'Étranger.*)

[*Suite.*] (1)

II.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE.

Armée réguliére.

1° *Europe.*

Organisation des batteries (*suite*).

PERSONNEL.

Rang des officiers d'artillerie. — Les officiers subalternes d'artillerie de campagne, de même que les officiers d'artillerie de forteresse, du génie, du corps des topographes, des corps d'instruction et des officiers d'état-major, ont les droits hiérarchiques attribués aux officiers de la jeune garde (2); ils prennent rang parmi les autres officiers de l'armée du grade immédiatement supérieur à celui dont ils exercent les fonctions. Dans la garde, l'artillerie jouit des privilèges accordés aux troupes de la vieille garde; les officiers subalternes d'artillerie de la garde sont, par suite, assimilés aux autres officiers de l'armée n'appartenant pas à des corps privilégiés qui leur sont supérieurs

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XVI, avril 1880, p. 5; mai, p. 189; juillet, p. 345.

(2) Les troupes de la garde russe appartiennent à deux catégories, la jeune et la vieille garde; les officiers subalternes de la jeune garde sont supérieurs d'un grade, ceux de la vieille garde de deux grades aux autres officiers de même arme qui portent dans la ligne le même titre qu'eux.

de deux grades. La correspondance se retrouvant dans toute l'armée pour les grades supérieurs, il s'ensuit que le grade de major n'existe pas dans l'artillerie de la ligne, ni celui de lieutenant-colonel dans l'artillerie de la garde. Il n'y a de major que dans l'artillerie locale et dans une partie de l'artillerie cosaque, où les officiers prennent alors rang avec ceux du même grade des autres armes.

Effectifs des batteries. — Les effectifs des batteries sur pied de paix et sur pied de guerre sont conformes au tableau que le lecteur trouvera aux pages 548 à 551.

Fonctions et répartition du personnel combattant dans les batteries de campagne. — La moitié des fonctions de chefs de pièce est remplie par les sous-officiers de section, l'autre moitié par des sous-officiers de deuxième classe. Les *Feuerwerker* restants, en dehors des capitaines d'armes, sont chefs de caisson, ainsi que des soldats dont le nombre varie suivant qu'on est en état de paix ou de guerre (1) : le total de ces sous-officiers et soldats est toujours égal à celui des caissons que la batterie attelle sur le pied de guerre.

La répartition des hommes de troupe, bombardiers et canonniers, en servants et conducteurs de pièces, de caissons et d'affûts de rechange, est la même en tout temps ; elle est réglée ainsi qu'il suit :

	PIÈCE.	CAISSON.	AFFÛT de rechange.
Servants :			
Batteries lourdes	7	2	2
Batteries légères	6	2	2
Batteries à cheval	8	2	1
Conducteurs :			
Batteries de campagne	3	3	2

(1) Sur le pied de guerre, chaque batterie comptant 2 sous-officiers en plus, il y a 2 soldats chefs de caisson en moins.

L'excédant du personnel de soldats est employé à la garde de la caisse, aux chevaux haut-le-pied et aux chevaux de remonte ; il fournit aussi les boulangers, les cuisiniers, les plantons, les hommes détachés et les hommes de remplacement [1].

Dans les batteries à cheval, les sous-officiers et les chefs de caisson sont toujours montés. Dans les batteries montées, les chefs de pièce sont seuls montés en tout temps ; en temps de guerre, les *Feldwebel* le sont également ainsi que quatre des chefs de caisson. Les autres chevaux de selle sont affectés aux trompettes dans toutes les batteries, aux servants à cheval et aux hommes employés à la garde de la caisse dans les batteries à cheval, ou sont haut-le-pied.

On a vu précédemment le nombre de pièces, de caissons et d'affûts qu'attellent les batteries ; la différence entre le nombre total de chevaux de trait et le nombre nécessaire pour atteler les voitures, soit en temps de paix, soit en temps de guerre, correspond donc aux attelages haut-le-pied.

Dans les sections de dépôt, la troupe a une répartition analogue à celle des batteries : chefs de pièce, chefs de caisson, servants et conducteurs de pièce et de caisson.

En résumé, les batteries actives possèdent, sur le pied de paix, plus que le personnel strictement nécessaire au service sur le champ de bataille ; sur le pied de guerre, elles sont renforcées de deux sous-officiers, d'hommes de remplacement ou employés à des services auxiliaires, et enfin, de la section de dépôt.

La véritable augmentation en cas de guerre, pour les batteries actives, porte sur les chevaux de trait ; aussi a-t-on prévu un pied de paix renforcé qui pourra, dans certains cas, précéder la mobilisation et la faciliter. Quant aux chevaux de selle, ils sont au complet dans les trois

---

[1] Chaque batterie a sur le pied de guerre 4 hommes à la garde de la caisse et 4 cuisiniers et boulangers (3 seulement dans les batteries à cheval).

GRADES ET EMPLOIS.	COMB			
	PIE			
	BATTERIES ACTIVES			
	Lourde.	Légère.	A cheval.	M ta
Officiers.				
Commandant de batterie, officier supérieur (1)	1	1	1	
Capitaines et capitaines en second (2)	2	2	2	
Lieutenants, sous-lieutenants, enseignes	3	3	3	
Total des officiers	6	6	6	
Troupe.				
Feldwebel	1	1	1	
Feuerwerker — de section	4	4	3	
Feuerwerker — capitaines d'armes	3	3	3	
Feuerwerker — de deuxième classe	10	10	7	
Total des sous-officiers	18	18	14	
Volontaires conditionnels	4	4	4	
Trompettes	3	3	3	
Soldats — bombardiers pointeurs	8	8	6	
Soldats — bombardiers artificiers	8	8	6	
Soldats — bombardiers	30	25	30	
Soldats — canonniers	137	107	129	
Total de la troupe, sous-officiers compris	208	173	192	1
SECTION DE DÉPÔT OU PERSONNEL VARIABLE				
Officiers.				
Lieutenants, sous-lieutenants ou enseignes	»	»	»	
Troupe (3).				
Feuerwerker — de section	»	»	»	
Feuerwerker — de deuxième classe	»	»	»	
Volontaires conditionnels	»	»	»	
Trompettes	»	»	»	
Soldats — bombardiers pointeurs	»	»	»	
Soldats — bombardiers artificiers	»	»	»	
Soldats — bombardiers	»	»	»	
Soldats — canonniers	»	»	»	
Total de la troupe	»	»	»	
Chevaux.				
Selle	12	12	111	
Trait — Artillerie (pièces et caissons)	27	27	53	
Trait — Train d'artillerie	»	»	»	
Section de dépôt — Selle	»	»	»	
Section de dépôt — Trait	»	»	»	
Total des chevaux	39	39	164	

(1) Sur le total des commandants de batterie, la moitié est du grade de colonel, l'autre m du grade de lieutenant-colonel. Dans la garde, il n'y a que des colonels.

(2) Les capitaines et les capitaines en second sont en nombre égal sur l'ensemble des ba ries. La même proportion est observée pour les lieutenants et les sous-lieutenants dans batteries de dépôt; il n'y a pas d'enseignes dans celles-ci. Dans les autres batteries, ils ainsi répartis : lieutenants $^2/_5$, sous-lieutenants $^1/_5$, enseignes $^1/_5$.

TANTS.										
PAIX.			PIED DE GUERRE.							
BATTERIES DE RÉSERVE.		BATTERIES DE DÉPÔT	BATTERIES ACTIVES.				BATTERIES DE RÉSERVE.		BATTERIES DE DÉPÔT.	
Lourde.	Légère.	A cheval.	Lourde.	Légère.	A cheval.	Montagne.	Lourde.	Légère.	Montée.	A cheval.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4
6	6	3	3	3	3	3	3	3	4	4
11	11	6	6	6	6	6	6	6	9	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	4	3	4	4	3	8	4	4	4	3
3	3	3	3	3	3	11	3	3	3	3
10	10	7	12	12	9		12	12	12	13
18	18	14	20	20	16	20	20	20	20	20
»	»	»	4	4	4	4	»	»	»	»
3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
8	8	6	8	8	6	»	8	8	8	6
8	8	6	8	8	6	8	8	8	8	6
30	25	30	40	30	30	30	35	30	50	56
115	100	129	169	138	129	145	160	120	100	129
182	162	188	252	211	194	211	234	189	189	220
»	»	»	1	1	1	»	1	1	10	10
»	»	»	1	1	1	2	1	1	50	50
»	»	»	3	3	3	3	3	3		
»	»	»	»	»	»	»	»	»	20	20
»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	10
»	»	»	2	2	2	»	2	2		
»	»	»	2	2	2	2	2	2	440	440
»	»	»	6	5	6	8	7	4		
»	»	»	32	25	30	30	25	20		
»	»	»	46	38	44	45	40	32	520	520
12	12	80	18	18	111	»	18	18	12	120
27	18	53	167	141	103	120	141	114	57	57
»	»	»	14	14	16		14	14	»	»
»	»	»	»	»	10	»	»	»	»	»
»	»	»	20	16	16	15	16	13	»	»
39	30	133	219	189	256	135	159	159	69	177

Les batteries 1 et 2 des quarante-huit brigades montées actives ont en plus, en temps de paix, un capitaine désigné pour les formations de batteries de réserve et de dépôt en temps de guerre.

(*) Cette répartition du personnel variable des batteries de dépôt peut être considérée comme normale.

NON-COMB			
	PIED		
	BATTERIES ACTIVES.		
GRADES ET EMPLOIS.	Lourde.	Légère.	A cheval (4).
Fonctionnaires classés.			
Médecin de deuxième classe	»	»	1
Vétérinaire	»	»	1
Ecuyer	»	»	1
Total des fonctionnaires	»	»	3
Troupe.			
Secrétaires — première classe	1	1	1
Secrétaires — deuxième classe	1	1	1
Feldscher de batterie — médecins de première, deuxième ou troisième classe	1	1	2
Feldscher de batterie — vétérinaires de première ou deuxième classe	1	1	2
Feldscher de batterie — pharmacien de deuxième classe	»	»	1
Élève-*Feldscher* (5)	1	1	1
Surveillant de malades	»	»	1
Infirmiers de salle	2	2	2
Maître armurier de première classe	»	»	1
Maîtres ouvriers — en bois	2	2	2
Maîtres ouvriers — en fer	3	3	3
Maîtres ouvriers — bourrelier	1	1	1
Maîtres ouvriers — sellier	»	»	1
Tailleur coupeur	1	1	1
Train (6) — Sous-officiers	1	1	1
Train (6) — Soldats	3	3	3
Ordonnances	7	7	10
Total de la troupe	25	25	34
SECTION DE DÉPÔT OU PERSONNEL VARIABLE (3).			
Secrétaires	»	»	»
Feldscher — médecins	»	»	»
Feldscher — vétérinaires	»	»	»
Ouvriers	»	»	»
Ordonnances	»	»	»
Total	»	»	»
Chevaux.			
Trait : train d'intendance	6	6	6
TOTAL GÉNÉRAL DU PERSONNEL (COM			
Officiers et troupe (8)	239	204	235
Chevaux (9)	45	45	170

(4) Dans les batteries à cheval de numéro pair attachées aux sept premières divisons de cava
il y a en moins à l'effectif des non-combattants :
Fonctionnaires classés : 1 médecin de deuxième classe, 1 vétérinaire et 1 écuyer.
Troupe : 1 *Feldscher* médecin de deuxième classe, 1 *Feldscher* pharmacien de deuxième c
1 surveillant de malades, 3 ordonnances.

(5) Employé en temps de guerre dans les établissements hospitaliers ; il n'en reste qu'au dépôt

(6) Les batteries de réserve d'où sont tirés des dépôts en temps de guerre n'ont pas de sous-off
du train en temps de paix ; elles n'ont que 2 soldats. Dans la circonscription du Caucase, i
13 hommes du train sur le pied de guerre et 4 sur le pied de paix pour les batteries actives lou
les chiffres correspondants pour les légères sont 12 et 4.

TANTS.

PAIX.			PIED DE GUERRE.							
BATTERIES DE RÉSERVE.		BATTERIES DE DÉPÔT.	BATTERIES ACTIVES.				BATTERIES DE RÉSERVE.		BATTERIES DE DÉPÔT.	
Lourde.	Légère.	A cheval.	Lourde.	Légère.	A cheval (6).	Montagne.	Lourde.	Légère.	Montée.	A cheval.
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
»	»	3	»	»	3	»	»	»	»	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
1	1	1	»	»	»	1	»	»	1	1
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
4	4	2	2	2	2	9	2	2	2	2
4	4	3	3	3	3	8	3	3	3	3
4	4	1	1	1	1	3	1	1	1	1
»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	1
1	1	»	1	1	1	»	1	1	1	»
1	1	»	1	1	1	2	1	1	»	»
3	3	3	10	10	10	78	10	10	2	3
12	12	10	7	7	10	7	7	7	10	13
38	38	33	31	31	40	111	31	31	30	40
»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	10
»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	10
»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	10
»	»	»	»	»	»	»	»	»	20	20
»	»	»	1	1	1	»	1	1	10	10
»	»	»	1	1	1	»	1	1	60	60
6	6	6	»(7)	»(7)	»(7)	66	»(7)	»(7)	2	6

TANTS ET NON-COMBATTANTS).

231	211	230	337	283	299	376	313	260	818	862
45	36	137	219	189	256	201	189	162	71	183

(7) Le nombre des chevaux pour le train d'intendance, en temps de guerre, dépend du matériel attelé par les batteries. Il n'est indiqué sur les tableaux d'effectifs que pour les batteries de montagne.

Les batteries de réserve qui forment des dépôts en temps de guerre ont 6 chevaux de travail au lieu de chevaux du train. Bien qu'il ne leur soit pas affecté de train, elles ont droit cependant à deux voitures à vivres et à deux harnachements.

(8) Sur le pied de paix renforcé, les batteries de montagne sont augmentées de 2 bombardiers, 14 canonniers, 13 soldats du train, 73 chevaux (dont 14 pour le train d'intendance), les batteries montées et les batteries à cheval de 56 chevaux de trait.

(9) Non compris les chevaux du train d'intendance sur le pied de guerre (sauf pour les batteries de montagne). De même, les chevaux d'officiers, étant la propriété de l'officier, ne sont pas compris dans ces effectifs.

sections de combat des batteries à cheval ; dans les batteries montées il n'y en a qu'un petit nombre à recevoir.

Les tableaux d'effectifs ne contiennent aucune indication sur la répartition du personnel dans les batteries de montagne. La demi-batterie de montagne indépendante est sur le pied de guerre ; elle est commandée par un capitaine ayant sous ses ordres un sous-lieutenant, 12 sous-officiers, 114 soldats combattants et 61 hommes non combattants ; 68 chevaux de trait sont affectés au transport du matériel d'artillerie et 33 à celui du train d'intendance.

Armement, habillement et équipement. — Les servants et les conducteurs ont un sabre à fourreau en cuir du même modèle que celui des dragons, mais plus court ; ce sabre est porté au moyen d'un ceinturon fixé à la taille dans l'artillerie montée ; dans l'artillerie à cheval, il est suspendu par deux bélières à un baudrier ou ceinturon léger passé en sautoir de droite à gauche. Les sous-officiers, trompettes et servants à cheval ont, avec le sabre, un revolver du système Smith et Wesson placé dans un étui en cuir fixé sur un ceinturon qui porte en même temps la cartouchière. Le revolver est, en outre, retenu au cou de l'homme au moyen d'un cordon en laine fixé à l'anneau de calotte. Les buffleteries sont noires. Le sabre des *Feldwebel* est à fourreau métallique.

En campagne, les hommes de troupe non combattants sont pourvus des armes blanches du modèle affecté aux combattants. Les sous-officiers du train, les secrétaires, les maîtres ouvriers et, dans l'artillerie à cheval, le maître armurier, sont, en outre, armés du revolver. Les hommes du train ont une hache.

En règle générale, l'uniforme est, pour les batteries montées, de même que pour les compagnies de forteresse, semblable à celui de l'infanterie, et, pour les batteries à cheval, semblable à celui des dragons tant dans la ligne que dans la garde. Les signes distinctifs de l'arme consistent dans l'attribut de la coiffure, qui représente deux

canons croisés, et dans des parements en velours noir passepoilés de rouge aux manches.

Dans l'artillerie montée de la ligne, la coiffure est un képi en drap noir avec aigrette retombante en crin noir. La tunique en drap vert foncé porte une rangée de huit boutons en métal jaune : les parements, ornés de deux boutons, et le collet sont en velours noir. Des pattes d'épaule en drap écarlate portent imprimé en jaune le numéro de la brigade ([1]). Le pantalon est en drap vert comme la tunique. L'artillerie à cheval se distingue de l'artillerie montée par son schako en drap noir avec aigrette en crin noir et par la couleur gris-bleu de son pantalon.

L'artillerie de la garde a pour coiffure un casque en cuir verni surmonté d'une grenade, remplacée en grande tenue par un panache en crin noir pour les batteries montées et en crin blanc pour les batteries à cheval. En petite tenue, les hommes ont une casquette plate sans visière, en drap vert foncé avec turban de velours noir. La tunique, de même couleur que dans la ligne, porte deux rangées de sept boutons auxquels on fixe un plastron de velours pour la grande tenue. Les parements sont ornés de trois boutons et le collet de boutonnières simulées. Le pantalon, semblable à celui de l'artillerie de la ligne, a un passepoil écarlate, la tunique des passepoils écarlates ou blancs suivant les brigades ; les boutonnières sont jaunes. Les pattes d'épaule ne comportent pas d'indication. L'artillerie à cheval porte en grande tenue un pantalon vert foncé avec doubles bandes écarlates, une ceinture formée de deux bandes de velours noir et d'une bande de drap vert encadrées par quatre raies écarlates et des contre-épaulettes en cuivre.

Pendant l'été, le pantalon de drap est remplacé par un pantalon de toile; l'un et l'autre se portent dans les bottes.

([1]) Dans les brigades de grenadiers, il y a en outre la lettre G, dans les brigades de réserve la lettre R (Р en russe) et dans les parcs, la lettre P (П en russe).

Les hommes de la garde et les grenadiers mettent le pantalon par-dessus les bottes en grande tenue.

La capote est du modèle général de l'armée (cavalerie ou infanterie), en drap gris feutré, avec collet passepoilé d'écarlate et orné d'une petite patte noire ; les pattes d'épaule sont semblables à celles de la tunique.

Les hommes non montés, sous-officiers et soldats, portent un havre-sac.

Les officiers ont une tenue semblable à celle de la troupe ; leur sabre est à fourreau d'acier.

Harnachement. — Les harnais des chevaux sont en cuir noir avec colliers et avaloires ; on dispose la selle et le paquetage des chevaux montés comme dans la cavalerie [1]. Le sous-verge n'a ni selle ni sellette. L'attelage est trait sur trait pour les chevaux de devant ; ceux du milieu font directement effort sur la volée en fer fixée à l'extrémité du timon.

Administration des batteries. — L'État fournit l'armement, le casque, le drap, l'étoffe pour doublure et les boutons. L'habillement, l'équipement et le harnachement se confectionnent à la batterie ; le commandant de batterie reçoit, à cet effet, des allocations proportionnées à l'effectif du personnel et à la durée des effets. Les autres prestations, à l'exception de la farine et de l'avoine, sont également fournies en argent ; la batterie passe les marchés ou fait les achats nécessaires.

La surveillance générale de ces opérations, dont les comptes sont apurés en fin d'année, est exercée par les commandants de brigade.

Remonte. — La remonte des corps de cavalerie et d'artillerie se fait, en Russie, d'une façon toute différente de celle usitée en France. Le service des dépôts généraux de remonte n'existe pas. L'État, au lieu de fournir lui-même les chevaux aux régiments, comme cela a lieu chez nous,

---

[1] Voir, à ce sujet, la *Revue militaire de l'étranger* (2e semestre 1879), vol. XVI, n° 460.

alloue annuellement à chaque corps de troupes une indemnité en argent, décomptée par tête de cheval due pendant l'année, moyennant quoi il laisse au corps le soin de se procurer ces animaux directement.

Les corps de la garde se remontent en chevaux venant principalement de chez les éleveurs; ceux de la ligne, avec des animaux tirés des steppes et présentés également par des éleveurs. La remonte annuelle doit être égale au neuvième de l'effectif réglementaire.

Les chevaux sont achetés par des officiers dits *remonteurs*; nul ne peut être chargé de cette fonction que sur sa demande. Ces officiers sont nommés, dans l'artillerie, par les commandants de l'artillerie de la circonscription militaire. Chaque remonteur désigne un adjoint, dont le choix doit être confirmé par l'autorité supérieure; en outre, il est mis à sa disposition un certain nombre d'hommes de troupe.

Chaque remonteur forme, pour y placer les chevaux achetés, un dépôt de remonte ; c'est lui qui choisit la localité où il doit être établi; toutefois, il ne peut s'y installer qu'avec le consentement de l'autorité civile, consentement réclamé par l'intermédiaire du commandement. Dans le village désigné pour servir de dépôt, il est mis à la disposition du remonteur : un emplacement d'hiver pour les chevaux sur le pied d'une remonte annuelle : des prairies pour un nombre de chevaux correspondant à la moitié d'une remonte de l'année, et des logements pour lui, son adjoint et le détachement.

En temps de paix, les chevaux de remonte destinés à être envoyés dans les corps sont dirigés sur l'un des points de la circonscription militaire désignés par le commandant de l'artillerie de cette circonscription. En temps de guerre sur le territoire de l'empire, les dépôts de remonte continuent à envoyer leurs chevaux dans les corps ou cessent de le faire, suivant les instructions du ministre. Si le fonctionnement des remontes continue, les chevaux sont

envoyés dans les batteries de réserve ou reçoivent une destination fixée par la direction supérieure de l'artillerie. Si le service des remontes doit cesser, ou lorsque le théâtre de la guerre est à l'étranger, les besoins des corps en chevaux sont assurés au moyen de réquisitions faites par les généraux en chef et conformément aux ordres ministériels.

L'emploi des avances faites au remonteur, la marche à suivre dans les achats, sont laissés complétement à son libre arbitre, mais il est responsable des animaux tant que leur remise n'a pas été effectuée. Il ne lui est demandé aucun compte des sommes dépensées.

Les fonds de remonte sont demandés par voie de réquisition par les commandants de l'artillerie de la circonscription à la direction supérieure de l'artillerie.

Les chevaux sont réformés pour ancienneté ou pour incapacité de service. La durée du service des chevaux, dans l'artillerie comme dans la cavalerie, est fixée à neuf ans. Les corps sont autorisés à conserver au service des chevaux pendant onze ans inclus, à condition qu'ils soient en très bon état ; en tout cas, le nombre de ces chevaux ne doit pas dépasser la valeur d'une remonte annuelle, c'est-à-dire le neuvième de l'effectif réglementaire. Outre les chevaux de défalcation annuelle, on remplace encore, en temps de paix, aux frais de l'État, les chevaux perdus par suite de maladies épidémiques ou d'autres causes extraordinaires, mais seulement quand ces chevaux n'ont pas accompli la durée réglementaire de service et ne peuvent être remplacés au compte de la remonte annuelle ; il faut, de plus, que l'enquête prouve que personne n'est responsable de leur perte.

Il est réformé, dans chaque corps, un nombre de chevaux tel que, après leur défalcation et l'arrivée de la remonte annuelle, on atteigne le complet réglementaire. Les chevaux réformés sont vendus, avant l'arrivée de ceux de remonte, aux époques désignées par le commandant des troupes de la circonscription. Toutefois, il en est conservé

un certain nombre n'ayant pas douze ans de service jusqu'à l'arrivée de la remonte, savoir : 1 cheval de selle et 1 cheval de trait dans les batteries montées à 4 pièces, 2 chevaux de trait dans les batteries à 8 pièces; dans les batteries à cheval, on conserve, en plus, un second cheval de selle.

Les chevaux à réformer sont désignés en premier lieu par les chefs de corps, ensuite par des commissions spéciales. Dans cette opération, on commence par désigner les chevaux ayant douze ans de service, puis ceux incapables de faire un bon service, et, enfin, les moins bons parmi ceux qui ont onze, dix et neuf ans de service.

Les chevaux réformés sont vendus aux enchères publiques, et le produit en est versé dans les caisses des districts.

Les chevaux de remonte destinés à l'artillerie sont amenés dans les corps entre le 15 septembre et le 15 octobre, suivant les ordres du commandant de la circonscription. En temps de guerre, ces dates peuvent être modifiées en raison des circonstances.

Ce sont les remonteurs adjoints qui sont chargés d'amener les animaux : le détachement de remonte, pour se rendre au point où les chevaux doivent être réunis, suit la ligne d'étapes indiquée par une feuille de route délivrée par l'état-major de circonscription. Le remonteur prévient l'autorité militaire compétente lorsqu'il dirige les chevaux du dépôt de remonte sur les corps.

En remettant les chevaux, les remonteurs fournissent leurs états signalétiques et les certificats d'origine que les éleveurs sont tenus de dresser et de délivrer. Trois jours après l'arrivée de la remonte, les chevaux sont inspectés par les commandants de batteries ou, s'ils ne se trouvent pas au lieu de la remise, par les officiers envoyés dans ce but par le commandant d'artillerie de la circonscription : des vétérinaires assistent à cet examen. La remonte est ensuite inspectée par les commandants des brigades, et enfin, en dernier ressort, par des commissions spéciales.

Aussitôt après la réception par la commission spéciale et dès le même jour, les corps deviennent responsables des chevaux et des décharges sont délivrées aux remonteurs.

Voici les différentes conditions auxquelles doivent satisfaire les animaux :

Artillerie de la garde : âge, de 7 à 4 ans; taille variant de $1^m,511$ à $1^m,555$ avec tolérance de $2^c,22$. Les juments peuvent représenter le tiers de la remonte, mais les chevaux entiers ou les juments pleines ne sont pas admis. Robe uniforme par batterie.

L'indemnité d'achat par cheval était, en 1872, dans l'artillerie à cheval, montée et d'instruction, de 812 fr. [1] pour les chevaux de selle ou de trait de la pièce ; de 500 fr. pour le cheval de trait de caisson. Dans cette indemnité sont comprises toutes les dépenses accessoires ; l'indemnité de transport était de 16 fr.

Artillerie de la ligne : âge, 4 ans au moins et 7 ans au plus pour le cheval de trait, 6 ans pour le cheval de selle ; taille, dans l'artillerie montée, elle varie : pour le cheval de selle, de $1^m,22$ à $1^m,55$; pour le cheval de trait de la pièce, de $1^m,511$ à $1^m,555$; pour l'attelage des caissons, de $1^m,422$ à $1^m,511$. Dans l'artillerie à cheval la taille est de $1^m,466$ à $1^m,533$.

L'indemnité d'achat pour le cheval de selle ou d'attelage des pièces était fixée, à la même époque, à 500 fr. ; pour ceux des caissons à 340 fr. Frais de transport, 12 fr. par cheval. Les robes, par batteries, ne sont pas définies, mais les chevaux sont de couleur foncée et groupés autant que possible par robe.

Les officiers se remontent à leurs frais ; ils ont droit, en temps de paix, à la nourriture gratuite d'un cheval.

Les officiers supérieurs et subalternes de l'artillerie à cheval, tant de la garde que de la ligne, qui comptent

---

[1] Le rouble est, dans ces indications, évalué à 4 fr.

dans l'effectif réglementaire du corps, ont le droit d'acheter, une fois tous les sept ans, des chevaux appartenant à leur corps. Le nombre des chevaux qu'il est permis de céder annuellement aux officiers est de 1 par batterie. L'officier qui veut acheter un cheval paie une somme égale à l'indemnité de remonte et, en plus, 160 fr. si le cheval est dressé, ou 80 fr. s'il ne l'est pas, c'est-à-dire s'il n'est pas au corps depuis plus de six mois. Ce surplus est versé en entier à la masse de remonte des officiers, dont il sera parlé plus loin.

Les vides ainsi produits sont comblés par l'achat de chevaux nouveaux au moyen de l'indemnité versée par l'officier et qui est remise au remonteur. Les chevaux achetés en remplacement doivent réunir les conditions habituelles et sont amenés dans les batteries aux époques fixées pour la remonte annuelle.

Le cheval ainsi acquis par l'officier devient sa propriété, c'est-à-dire qu'il a le droit de le vendre ou de l'échanger, mais avec cette seule condition d'avoir à s'en procurer un autre réunissant les conditions d'un bon service dans les deux mois qui suivent la vente du cheval. L'officier qui ne remplirait pas cette condition passerait dans l'artillerie de forteresse.

Les officiers supérieurs et subalternes de l'artillerie montée de la garde et de la ligne ne peuvent pas acheter de chevaux de leur batterie, mais il leur est loisible, dans le but de s'en procurer, d'emprunter de l'argent à la masse de remonte des officiers.

Dans toutes les batteries d'artillerie de la garde et de la ligne, il existe des *masses spéciales,* dites de *remonte des officiers,* dont le but est de fournir à ces derniers des facilités pour se monter. Ces capitaux servent : 1° à prêter de l'argent aux officiers supérieurs et subalternes pour l'achat de chevaux de selle; 2° à en donner, à titre gracieux, aux officiers sans fortune qui ont été démontés par des causes accidentelles.

L'officier qui désire emprunter une somme, présente, comme garantie, une ou deux personnes et fait connaître par écrit la date à laquelle il compte avoir terminé le remboursement. Les prêts sont faits pour deux ans au plus, et les officiers sont autorisés à payer au moyen de retenues faites sur leurs appointements.

L'emprunteur paie 4 p. 100 d'intérêts ; le produit de ces intérêts est versé à la masse. Servent également à accroître cette masse : 1° la plus-value payée par les officiers qui achètent des chevaux dans le corps ; 2° l'argent perçu pour les fourrages des chevaux des officiers qui se trouvent démontés.

Il n'est donné d'argent aux officiers, à titre de secours, qu'autant que la masse de première mise a doublé, et seulement sur les sommes qui sont en plus. La somme à accorder à l'officier est désignée par le général commandant la division sur la proposition des commandants de batterie. On regarde la masse comme doublée lorsqu'elle s'élève à 1 600 fr. dans une batterie, soit montée, soit à cheval.

Parcs de munitions.

Dans l'armée russe, le service des munitions est fait par les parcs d'artillerie de campagne, qui marchent avec les armées, et par les dépôts de réserve établis en arrière de celles-ci.

PARCS DE CAMPAGNE.

Les parcs de campagne sont de deux catégories : les parcs volants, constituant le premier échelon, et les parcs mobiles, qui forment le deuxième.

Dans la première catégorie, on distingue les parcs volants divisionnaires, affectés au réapprovisionnement des troupes qui entrent dans la composition des divisions d'infanterie, et les sections de parc volant de cavalerie ou de chasseurs, marchant de même avec les divisions de cavalerie ou les brigades de chasseurs.

En temps de paix, tous les parcs stationnés dans une même circonscription sont placés sous les ordres d'un *commandant des parcs volants de la circonscription*, auquel est adjoint un état-major composé ainsi qu'il suit :

Commandant des parcs volants de la circonscription : colonel.	1
Fonctionnaires classés :	
Médecins de 2e classe (1)	2
Oberfeuerwerker classés (1)	2
Employé d'artillerie	1
Troupe :	
Secrétaire de 1re classe	1
— 2e —	1
Feldscher médecins de 1re classe (1)	2
Infirmiers	2
Maîtres armuriers de 1re classe (1)	2
Ordonnances	7

Les différents parcs volants divisionnaires ont, en temps de paix, un cadre chargé de les administrer ; il en est de même des sections de parc volant de cavalerie et de chasseurs qui sont groupées dans chaque circonscription sous le nom de *sections réunies de parc volant de cavalerie et de chasseurs de la circonscription.*

Quant aux parcs mobiles, leur matériel est emmagasiné dans les dépôts d'artillerie ; ils n'ont même pas de cadres constitués.

En temps de guerre, les états-majors de parcs volants de circonscription sont supprimés, leur personnel reçoit une autre destination. Les différents parcs sont alors mobilisés avec les effectifs indiqués dans le tableau placé pages 566 et 567.

Parcs volants.

Parcs volants divisionnaires. — Il existe 48 parcs volants divisionnaires divisés chacun en 5 sections, dont 3 sections d'artillerie et 2 d'infanterie. Leur composition en matériel

(1) Il n'y en a qu'un dans la circonscription militaire de Saint-Pétersbourg.

varie suivant qu'ils sont formés avec des caissons à 4 roues ou des caissons à 2 roues (1). On a ainsi avec l'ancien matériel :

Pour une section d'artillerie, 22 caissons à 4 roues ou 26 à 2 roues ; pour une section d'infanterie, 32 caissons à 4 roues ou 23 à 2 roues, et, en outre, 1 voiture par section pour le transport d'outils à pionniers.

Il existe, pour l'armement des hommes, 15 fusils dans chaque section.

Le total des voitures du parc est donc de :

130 caissons à 4 roues, ou 124 caissons à 2 roues, et 5 voitures d'outils.

Il faut y ajouter le train d'intendance, composé de :

1 voiture pour le trésor et les archives,

5 voitures à vivres,

1 voiture de transport de blessés,

1 charrette médicale.

Par suite du remplacement dans les batteries de l'ancien matériel par le nouveau matériel modèle 1877, on doit également modifier la composition des parcs volants divisionnaires d'après les bases suivantes :

2 caissons par canon lourd,

1 et ½ caisson par canon léger.

Les parcs de nouvelle formation auront donc la composition suivante :

64 caissons à 4 roues pour munitions d'armes portatives.

32 caissons à 4 roues en fer pour les 2 batteries lourdes (2).

48 caissons à 4 roues en fer pour les 4 batteries légères.

Total. 144 caissons.

(1) Les caissons à 2 roues doivent être successivement transformés en caissons à 4 roues Ils n'ont qu'un coffre et s'attellent à 3 chevaux de front.

(2) D'après les derniers renseignements reçus, chaque brigade de 6 batteries, au lieu de comprendre 3 batteries lourdes et 3 batteries légères, comme on l'a indiqué dans l'article précédent (page 347), est composée de 2 batteries lourdes seulement et 4 batteries légères.

On vient également de modifier la composition de l'artillerie de la 1re brigade qui comprendra à l'avenir :

La composition des parcs du Caucase, à l'exception de celui attaché à la division de grenadiers, est un peu différente ; ils ont chacun, pour les batteries de montagne, 180 caisses, soit 90 bâts. Indépendamment de cela, dans tous les parcs de l'armée du Caucase, la moitié de l'approvisionnement en cartouches d'infanterie est transportée sur le bât.

Le parc de la division de grenadiers ne comprend donc que 32 caissons de munitions pour armes portatives,

32 caissons pour les 2 batteries lourdes,

48 caissons pour les 4 batteries légères ;

plus un certain nombre de bâts pour munitions d'infanterie.

Les 6 autres parcs du Caucase sont composés de :

32 caissons de munitions pour armes portatives ;

32 caissons pour les 2 batteries lourdes ;

24 caissons pour les 2 batteries légères ;

180 caisses (90 bâts) pour les 2 batteries de montagne ;

plus un certain nombre de bâts pour munitions d'infanterie.

Les 48 parcs volants divisionnaires sont affectés aux 48 divisions actives d'infanterie, sans qu'il y ait entre les parcs et les divisions une correspondance de numéro ou de dénomination. En temps de paix, 41 de ces parcs sont stationnés en Russie d'Europe, les 7 autres au Caucase (1).

---

2 batteries lourdes, 2 batteries légères et 2 batteries de montagne ; c'est la composition des brigades d'artillerie de ligne stationnées au Caucase.

Pendant la dernière guerre d'Orient, les Russes ont été amenés à former, pour les opérations militaires exécutées en Europe, des batteries de montagne indépendantes, aujourd'hui supprimées. Une semblable nécessité pouvant se reproduire dans de nouvelles campagnes, le Comité d'artillerie a estimé qu'il y avait lieu de préparer dès le temps de paix les éléments nécessaires à la constitution, en temps de guerre, d'un certain nombre de nouvelles batteries de montagne. On avait, en effet, reconnu en 1877-1878, qu'il y avait de graves inconvénients à créer de semblables batteries à l'improviste et à l'aide de batteries de campagne qui n'avaient été aucunement préparées au service de l'artillerie de montagne. C'est pourquoi le Comité d'artillerie a proposé de transformer en batteries de montagne deux des batteries montées de la 13e brigade. Cette brigade est stationnée dans la partie méridionale de la Crimée, dont le sol accidenté semble particulièrement favorable à l'instruction spéciale de l'artillerie de montagne. Cette proposition a été approuvée par le grand-maître de l'artillerie.

(1) Les points sur lesquels se trouvent, en temps de paix, les cadres et le matériel des 48 parcs volants divisionnaires sont : 1er, Saint-Pétersbourg ; 2e, 3e, 4e et 5e, Okhta (circonscription de Saint-Pétersbourg ;) 6e, Tayastehus (circonscription de Finlande) ; 7e, 8e et 9e, Dunaburg (circonscription de Vilna) ; 10e, 11e, 12e et 13e, Bobruisk ; 14e, 15e, 16e et 17e, Novo-Georgievsk ; 18e, 19e, 20e et 21e, Brest-Litowski (circonscription de Varsovie) ; 22e, 23e, 24e et 25e, Kiew (circonscription de Kiew) ; 26e, 27e, 28e et 29e, Tiraspo (circonscription d'Odessa) ; 30e, 31e, 32e et 33e, Koursk (circonscription de Karkov) ; 34e, 35e, 36e, 37e, 38e et 39e, Bronnitzi ; 40e et 41e, Kalouga (circonscription de Moscou) ; 42e, 43e, 44e, 45e, 46e, 47e et 48e dans le Caucase.

Sections de parcs volants de cavalerie et de chasseurs. — Les parcs volants de cavalerie et de chasseurs comprennent 23 sections de cavalerie et 7 de chasseurs.

Il existe, dans une section de cavalerie, 24 caissons à 4 roues, dont 16 caissons d'artillerie et 8 caissons de cartouches; avec le matériel modèle 1877, il y aura 18 caissons d'artillerie au lieu de 16, et une voiture d'outils, soit 2 pour le régiment de dragons, 1 pour celui de hussards et 4 pour le régiment de cosaques. Dans une section de chasseurs, 16 caissons à 4 roues pour cartouches et une voiture d'outils.

Le train d'intendance a, dans chaque section, la même composition que celui d'un parc volant divisionnaire. Il n'y a qu'une seule voiture à vivres.

On dispose également de 15 fusils par section.

20 sections de parcs volants de cavalerie et 6 de chasseurs sont réparties, en temps de paix, entre différentes places d'Europe; les autres ont leur emplacement au Caucase. Elles forment, en tout, neuf groupes composés chacun de trois ou quatre sections; il n'y a jamais plus d'une section de parc volant de chasseurs par groupe (1).

Parcs mobiles.

Les formations prévues jusqu'ici donnent 56 sections réparties en nombre égal entre 14 parcs mobiles. Les 12 premiers parcs sont en Europe, le 13e au Caucase; le 14e n'est pas encore formé (2).

---

(1) Les cadres et le matériel des sections réunies de parcs de tirailleurs et de cavalerie sont répartis ainsi qu'il suit :

1re, 2e, 3e sections de cavalerie et 1re de tirailleurs, circonscription de Saint-Pétersbourg, à Saint-Pétersbourg; 4e, 5e, 6e de cavalerie et 2e de tirailleurs, circonscription de Vilna, à Vilna; 7e, 8e de cavalerie et 3e de tirailleurs, circonscription de Varsovie, à Novo-Georgievsk; 9e, 10e de cavalerie et 4e de tirailleurs, circonscription de Varsovie, à Brest-Litowski; 11e, 12e de cavalerie et 5e de tirailleurs, circonscription de Kiew, à Kiew; 13e, 14e de cavalerie et 6e de tirailleurs, circonscription d'Odessa, à Tiraspol; 15e, 16e et 17e de cavalerie, circonscription de Kharkov, à Koursk; 18e, 19e et 20e de cavalerie, circonscription de Moscou, à Bronnitzi; 21e, 22e, 23e de cavalerie et 7e de tirailleurs, dans le Caucase.

(2) Le matériel nécessaire pour les parcs mobiles est emmagasiné, en temps de paix, savoir : 1er et 2e à Saint-Pétersbourg, 3e à Dunabourg, 4e à Bobruisk, 5e et 6e à Brest-Litowski, 7e à Kiew, 8e et 9e à Krementchoug (circonscription d'Odessa), 10e à Koursk, 11e et 12e à Moscou, 13e au Caucase. D'après d'autres renseignements, il existerait actuellement 64 sections; soit 16 parcs.

Chacune des sections stationnées en Europe est chargée d'approvisionner 1 division d'infanterie à 16 bataillons, 1 bataillon de chasseurs, 3 régiments de cavalerie, dont 1 divisionnaire de Cosaques, 6 batteries montées, dont 2 lourdes et 4 légères, et une batterie à cheval; chaque section comprend 48 caissons à 4 roues et une voiture auxiliaire [1]. Les 48 caissons se décomposent ainsi qu'il suit :

28 caissons pour les munitions d'artillerie,

18 caissons pour le transport des munitions d'infanterie,

2 caissons pour le transport des munitions pour la cavalerie.

Les sections du Caucase ont 50 caissons à 2 roues.

Le train d'intendance d'une section est composé comme celui d'un parc volant divisionnaire.

Chaque section a 30 fusils.

Personnel des parcs.

Le personnel attaché aux différents parcs est indiqué dans le tableau placé pages 566 et 567.

DÉPÔTS DE RÉSERVE.

Les différents parcs dont nous venons de décrire l'organisation et les corps de troupe sont en relation avec les établissements permanents d'artillerie et les dépôts de troupes d'artillerie, soit directement, soit par l'intermédiaire de dépôts de réserve constitués au moment de la guerre : ce dernier cas se présente lorsque le théâtre des opérations est trop éloigné des ressources du territoire de l'empire.

Ces dépôts de réserve sont tout d'abord installés sur la base d'opérations; on peut, dans le cours de la campagne, les porter en avant ou créer des dépôts intermédiaires.

---

[1] On étudie en ce moment une *voiture de parc* destinée à remplacer le caisson à 4 roues dans les parcs mobiles. Avec ces nouvelles voitures, chaque section aura 49 voitures. On demande une période de cinq années pour la construction de ces voitures.

COMBATTANTS.							
GRADES ET EMPLOIS.	PIED DE PAIX.		PIED DE GUERRE.				
	Parcs divisionnaires.	Sections réunies.	Parcs divisionnaires. Caissons à 4 roues.	Parcs divisionnaires. Caissons à 2 roues.	Section de cavalerie.	Section de chasseurs.	Section du parc mobile.
Officiers.							
Commandant le parc : officier supérieur (1). .	1	»	1	1	»	»	»
Commandant les sections : capitaines et capitaines en second (2)	»	1	5	5	1	1	1
Lieutenants, sous-lieutenants et enseignes (2).	2	1	5	5	1	1	1
Total. . .	3	2	11	11	2	2	2
Troupe.							
Feldwebel	1	1	5	5	1	1	1
Feuerwerker 1re classe.	2	1	15	15	3	3	3
Feuerwerker 2e classe	3	1	25	25	5	5	5
Oberfeuerwerker de 2e classe	»	»	1	1	»	»	»
Total des sous-officiers . . .	6	3	46	46	9	9	9
Trompettes	2	1	5	5	1	1	1
Soldats (3). Bombardiers artificiers	5	5	25	25	5	5	5
Soldats (3). Bombardiers	5	5	145	100	25	15	45
Soldats (3). Canonniers.	35	20	530	305	100	70	150
Total de la troupe	53	34	751	481	140	100	210
Chevaux.							
Selle	»	»	20	20	4	4	4
Trait : Artillerie.. Caissons.	»	»	780	372	144	96	196
Trait : Artillerie.. Voitures d'outils.	»	»	20	20	4	4	
Trait : Artillerie.. Haut-le-pied.	»	»	41	20	7	5	10
Train d'intendance. Voitures	»	»	29	29	13	13	17
Train d'intendance. Haut-le-pied.	6	»	2	2	1	1	1
Total des chevaux de trait. . . .	6	»	872	413	169	119	224

(1) La moitié des commandants de parcs volants divisionnaires est du grade de colonel; pour l'autre moitié, on prend des lieutenants-colonels ayant déjà commandé des batteries de campagne.

(2) La proportion des officiers de ces divers grades est réglée comme dans les batteries.

(3) Il y a, sur le pied de guerre, pour faire le service de conducteurs, des soldats de réserve de cavalerie classés bombardiers ou canonniers, à savoir : 420 ou 445, suivant le modèle de caissons dans les parcs divisionnaires, 80 dans les sections de cavalerie, 55 dans celles de chasseurs et, enfin, 105 dans celles de parcs mobiles.

NON-COMBATTANTS.

GRADES ET EMPLOIS.	PIED DE PAIX.		PIED DE GUERRE.				
	Parcs divisionnaires.	Sections réunies.	Parcs divisionnaires: Caissons à 4 roues.	Parcs divisionnaires: Caissons à 2 roues.	Section de cavalerie.	Section de chasseurs.	Section de parc mobile.
Fonctionnaires classés.							
ns de 2e classe	»	»	2	1	»	»	»
aire	»	»	1	1	»	»	»
ès d'artillerie	1	1	5	5	1	1	1
Total	1	1	8	7	1	1	1
Troupe.							
ires :							
asse	1	»	2	2	»	»	1
sse	1	1	5	5	1	1	1
nagasin :							
asse	2	2	2	2	1	1	1
sse	3	»	3	3	»	»	»
er-médecins de 2e classe	»	»	2	2	»	»	»
de parc	»	»	5	5	1	1	1
vétérinaires de 2e classe	»	»	5	5	1	1	1
ers	»	»	2	2	»	»	»
rs — En bois	2	1	2	5	1	1	3
rs — En fer	2	1	20	15	3	3	5
e. — Bourreliers	2	1	5	5	1	1	2
du train	2	1	14	14	6	6	10
ances	5	3	20	19	3	3	3
Total de la troupe	20	10	87	84	18	18	28
TAL GÉNÉRAL DU PERSONNEL (*COMBATTANTS ET NON-COMBATTANTS*).							
et troupe	77	47	(3) 857	(3) 583	161	121	241
c (1)	6	»	892	463	173	123	228

: le pied de paix renforcé, il y a 23 chevaux dans les parcs divisionnaires, 11 dans les réunies de cavalerie et de chasseurs, 14 dans les sections de parcs mobiles.
ievaux d'officiers étant la propriété de l'officier, ne sont pas compris dans ces effectifs.

ffectif d'une section d'artillerie est de 2 officiers, 1 employé d'artillerie, 9 sous-officiers, mes de troupe combattants et 15 non-combattants dans les parcs divisionnaires avec à quatre roues ; dans les parcs avec caissons à deux roues, il y a 9 hommes de troupe ants et 1 non-combattant en moins.
fectifs correspondants pour une section d'infanterie sont de 2 officiers, 9 sous-officiers, mes combattants et 15 non-combattants, ou 2 officiers, 9 sous-officiers, 81 hommes com- et 14 non-combattants.

On distingue :

Le dépôt avancé d'artillerie [1],

Le dépôt de munitions de campagne,

Le dépôt provisoire pour armes à feu portatives,

L'atelier mobile de réparation,

L'atelier mobile de pyrotechnie.

Dépôt avancé d'artillerie. — Ce dépôt est en relation directe avec les troupes combattantes ; il fournit à l'artillerie une réserve d'hommes, de chevaux et de matériel, et à toutes les troupes une réserve d'armes portatives. Le dépôt avancé ne comprend pas de munitions ; il est divisé en trois sections : personnel d'artillerie, matériel d'artillerie, armes portatives.

L'atelier mobile de réparation est, en règle générale, attaché au dépôt avancé ; il comprend une section pour le matériel d'artillerie et une autre pour les armes portatives.

Le matériel et les armes à réparer sont envoyés directement à l'atelier par les troupes.

Dépôt de munitions de campagne. — Ce dépôt sert de réserve aux parcs de campagne dont il renouvelle les munitions.

L'atelier mobile de pyrotechnie lui est attaché. On peut, si les circonstances l'exigent, fractionner cet atelier ; il en est de même de l'atelier de réparation.

La composition normale de chaque dépôt de munitions de campagne est de quatre parcs locaux [2] chargés chacun de réapprovisionner une division d'infanterie avec son artillerie, un bataillon de chasseurs, trois régiments de cavalerie et une batterie à cheval.

Il existe 58 parcs locaux : 48 en Europe, 10 au Caucase ;

---

(1) La traduction littérale de l'expression russe servant à désigner cette réserve est : *réserve d'avant-garde des dépôts d'artillerie.*

(2) Il existait anciennement, en temps de paix, dans les dépôts de circonscription, des parcs locaux où l'on conservait les munitions destinées aux dépôts de campagne. Ces munitions de réserve ont reçu une autre répartition, et les parcs locaux sont tous supprimés aujourd'hui. En temps de guerre, la dénomination de parc local a néanmoins été conservée pour les différentes fractions des dépôts de campagne.

on doit en former encore 12, dont 4 pour le Turkestan et la Sibérie [1].

Dépôt provisoire pour armes à feu portatives. — Les troupes combattantes sont directement en relation avec ce dépôt, auquel elles envoient les armes qui n'ont pu être dirigées sur l'atelier mobile, ainsi que les armes en excédant : il n'y a pas échange entre les troupes et le dépôt, celui-ci ne retournant aucun matériel aux troupes.

Bien que l'organisation de ces différents établissements de réserve soit prévue d'une manière générale, leur composition détaillée ne peut être arrêtée à l'avance : le commandant en chef de l'armée la fixe en temps de guerre, sur la proposition du commandant de l'artillerie. En cas de guerre, l'autorité du commandant en chef d'une armée s'étend, comme on le sait, sur un certain nombre de circonscriptions militaires chargées de fournir le personnel et le matériel des corps de troupe et services entrant dans la composition de l'armée. Différents dépôts d'artillerie sont particulièrement désignés dès le temps de paix, ainsi qu'on le verra plus loin, pour former des ateliers mobiles de réparation et de pyrotechnie. Lorsque les circonscriptions placées sous les ordres du commandant en chef d'une armée sont insuffisantes pour assurer les besoins de cette armée, le ministre prend des dispositions spéciales pour que d'autres circonscriptions y suppléent.

Nous indiquerons sommairement, à titre de renseigne-

[1] Les emplacements des dépôts sont les suivants : Saint-Pétersbourg (circonscription de Saint-Pétersbourg) : un dépôt avec atelier de réparation et de pyrotechnie et atelier mobile de campagne ; Brest-Litovski (circonscription de Varsovie) : un dépôt avec annexe à Novo-Georgievsk et Varsovie ; dans cette dernière ville se trouvent des ateliers de réparation et un atelier mobile de campagne ; Tavastehus (circonscription de Finlande) ; Dunabourg (circonscription de Vilna : un dépôt avec ateliers annexe à Bobruisk ; Moscou (circonscription de Moscou) : un dépôt avec ateliers ; une section détachée à Toula ; Orenbourg (circonscription d'Orenbourg ; Koursk (circonscription de Kharkov) : un dépôt avec ateliers, annexes à Schoska et Briansk ; Kazan (circonscription de Kazan), deux dépôts et ateliers ; Kiev (circonscription de Kiev) : un dépôt avec ateliers et atelier mobile ; Krementschong (circonscription d'Odessa) : un dépôt avec ateliers et atelier mobile : annexe à Rostov ; Novo-Tcherkack ; Oust-Medviedetskaia (territoire des Cosaques du Don) ; (armée du Caucase) : Tiflis, dépôt avec atelier de pyrotechnie et atelier mobile, annexe à Alexandropol ; Georgiesk, dépôt avec atelier mobile, section détachée, annexe à Petrowsk.

ment, les chiffres adoptés, pendant la dernière guerre russo-turque, pour un dépôt avancé d'artillerie correspondant à une armée de deux corps, un dépôt de campagne comprenant quatre parcs locaux et réapprovisionnant également deux corps d'armée et enfin pour les ateliers mobiles de réparation et de pyrotechnie.

GRADES ET EMPLOIS.		DÉPÔT AVANCÉ D'ARTILLERIE						DÉPÔT DE MUNITIONS.	ATELIER DE RÉPARATIONS.	ATELIER DE PYROTECHNIE.
			Personnel.							
				Effectif variable.						
		État-major.	Effectif permanent.	Artillerie montée.	Artillerie à cheval.	Matériel d'artillerie.	Armes portatives.			
Combattants	Officiers	1	5	»	»	»	»	1	2	2
	Sous-officiers	»	6	60	9	»	»	»	»	6
	Soldats	»	1	561	80	»	»	»	»	»
Non-combattants.	Fonctionnaires classés	8	»	»	»	2	3	5	4	2
	Ouvriers et armuriers	»	»	30	5	»	3	»	99	4
	Artificiers	»	»	»	»	»	»	»	»	84
	Divers	32	7	30	4	16	17	47	65	25
Chevaux	Selle	»	»	30	20	»	»	»	»	»
	Trait	10	»	185	26	»	»	»	102	27

Le dépôt avancé était commandé par un colonel; le chef de la section du personnel était un lieutenant-colonel. Les autres sections et les ateliers avaient pour chefs des officiers subalternes ou des employés d'artillerie; le dépôt de munitions, un colonel.

APPROVISIONNEMENT EN MUNITIONS DES TROUPES.

Nous avons précédemment donné les chiffres relatifs aux différentes munitions que les batteries transportent avec elles. On a indiqué, dans le tableau qui suit, les bases qui avaient été fixées pour l'approvisionnement en projectiles de toute nature des batteries armées de l'ancien matériel. Les canons de 9 livres et de 4 livres sont d'ail-

leurs encore en service dans une grande partie de l'artillerie russe, le matériel modèle 1877 n'étant livré que successivement aux batteries actives.

L'approvisionnement en cartouches des troupes d'infanterie et de cavalerie est également contenu dans le même tableau (1).

BOUCHES A FEU et ARMES PORTATIVES.	DANS LES AVANT-TRAINS ou sur l'homme.	CAISSONS DE BATTERIE ou de compagnie (1).	PARCS VOLANTS.	PARC MOBILE.	DÉPÔT DE MUNITIONS.	TOTAL.
Canon de 9 livres.	19	111 1/4	108	36	250	524 1/4
Canon de 4.	34	124 1/2	116	43	250	567 1/2
Canon de 4, batterie à cheval. . .	32	93 1/2	116	43	250	534 1/3
Fusil d'infanterie.	60	60	52	10	170	352
Fusil de dragons.	40	50	37	10	74	211
Fusil de cosaques	40	50	60	10	74	235
Carabine de cavalerie	20	30	37	10	28	125
Revolver d'infanterie.	10	»	»	»	»	10
Revolver de cavalerie	30	»	»	»	»	30

(1) Chaque caisson de compagnie renferme 945 paquets de 12 cartouches, soit 11,340 cartouches, ce qui donne, en comptant 189 fusils pour une compagnie, 60 cartouches par homme.

D'après la nouvelle organisation des parcs divisionnaires, l'approvisionnement normal en munitions dans les différents corps de troupe sera le suivant :

(1) Les différents chiffres que nous citons ici sont extraits de la *Tactique* du général Dragomirow.

		DANS LE CORPS		PARC VOLANT divisionnaire.	SECTION de cavalerie.	SECTION de chasseurs.	PARC MOBILE (une section).	DÉPÔT MOBILE.	TOTAL.
		sur l'homme.	Dans les voitures régimentaires (1).						
Munitions d'infanterie.									
Régiment d'infanterie.	Cart. de fusil . .	60	60	52	»	»	13	158	343
	Cart. de revolver.	18	»	25	»	»	9	22	74
Bataillon de chasseurs.	Cart. de fusil. . .	60	60	»	»	54	27	182	383
	Cart. de revolver.	18	»	»	»	35	9	22	84
Régiment de dragons.	Cart. de fusil. . .	40	50	»	39	»	15	103	247
	Cart. de revolver.	18	18	»	16	»	9	27	88
Régiment de hussards ou ulans	Cart. de carabine.	20	30	»	40	»	15	103	208
	Cart. de revolver.	18	18	»	16	»	9	27	88
Régiments de Cosaques du Don.	Cart. de fusil. . .	40	50	35(3)	70(2)	»	15	103	278(2) 243(3)
	Cart. de revolver.	18	18	25(4)	16(2)	»	9	27	88(2) 97(3)
Artillerie.	Revolver.	18	»	25	16	»	»	»	»
Munitions d'artillerie.		Avant-train.	Caisson.						
Batterie lourde.		18	108	108	»	»	36	»	270
Batterie légère		30	135	116	»	»	43	»	324
Batterie à cheval		30	135	»	116	»	43	»	324

(1) Le nombre de caissons à munitions réglementaires est le suivant :

Régiment d'infanterie	à 4 bataillons.	12
	à 3 bataillons.	9
Bataillon de chasseurs		3
Régiment de dragons		2
— de hussards ou ulans		1
— des Cosaques du Don.		3

(2) Pour le régiment divisionnaire.
(3) Pour le régiment faisant partie d'une division.

2° *Asie.*

L'artillerie régulière stationnée en Asie se compose de:

2 brigades d'artillerie montée
1 batterie à cheval de montagne } au Turkestan.

1 brigade montée
1 demi-parc mobile } dans la Sibérie orientale.

1 batterie montée dans la Sibérie occidentale.

Les troupes d'infanterie stationnées en Asie n'étant pas endivisionnées comme dans le reste de l'empire, la brigade d'artillerie ne correspond donc pas à une division d'infan-

terie. La composition des états-majors de ces brigades a été précédemment exposée [1] ; il reste à indiquer la constitution des brigades elles-mêmes dans chacune des circonscriptions de la Russie d'Asie.

Turkestan.

L'artillerie du Turkestan est sur pied de guerre. Les brigades sont ainsi composées :

1re brigade : 1 batterie montée de 9,
— 2 — 4,
— 1 batterie de montagne.
2e brigade : 2 batteries montées de 4,
— 1 batterie de montagne.

La composition en personnel est analogue à celle des batteries d'Europe. La batterie de montagne de la 2e brigade n'a pas de section de dépôt. Les chevaux peuvent être en partie remplacés par des chameaux.

La *batterie à cheval de montagne,* bien que n'entrant dans la composition d'aucune brigade, est cependant rattachée à la première et placée sous les ordres du commandant de cette brigade. Elle est formée à 8 pièces ; le train n'est pas du modèle réglementaire, sauf la forge de campagne.

La tenue et l'équipement des hommes sont les mêmes que dans les batteries à cheval.

La batterie compte 213 combattants, dont 7 officiers et 25 sous-officiers, 61 non-combattants, 110 chevaux de selle, 84 chevaux de trait pour l'artillerie et 49 pour le train.

La *Revue militaire de l'étranger* a publié, en 1877, d'après le *Voennyi Sbornik,* une étude détaillée sur le Turkestan [2], à laquelle nous renvoyons le lecteur pour tout ce qui a trait à la répartition des troupes dans cette circonscription et à la défense du territoire.

Il n'existe point de parcs de campagne dans le Turkestan ; toutes les fois qu'on entreprend une expédition l'on

(1) Voir *Revue d'artillerie,* livr. de mai 1880, p. 194.
(2) Voir la *Revue militaire de l'étranger,* nos 356, 376 et 377. La première brigade et la batterie à cheval de montagne étaient alors à Taschkent, la deuxième brigade à Vernoe.

forme des *parcs expéditionnaires* dont les munitions sont transportées à dos de chameau ou sur des *arabas*. Les parcs sont licenciés aussitôt l'expédition terminée.

Sibérie orientale.

La brigade de la Sibérie orientale est formée de :

2 batteries montées de 4,

1 batterie de montagne.

C'est l'un des commandants de batterie montée qui remplit les fonctions de commandant de brigade.

Le *demi-parc mobile* est chargé du réapprovisionnement des troupes combattantes en cas d'expédition ; il comporte le personnel suivant :

Combattants.

OFFICIERS.

Commandant du demi-parc : Capitaine	1
Lieutenant	1
Total	2

TROUPE.

Feuerwerker de 1re classe	2
— 2e —	3
Maître artificier de 1re classe	1
Soldats bombardiers artificiers	20
— —	2
— canonniers	28
Total	56

Non-combattants.

FONCTIONNAIRE CLASSÉ.

Employé d'artillerie	1

TROUPE.

Secrétaires : 1re classe	2
— 2e —	1
Comptable d'artillerie de 1re classe	1
— 2e —	1
Garde-magasin de 1re classe	1
— 2e —	1
Maître ouvrier en bois	1
— en fer	1
Ordonnances	3
Total	12
Total général	71

Sibérie occidentale.

Une batterie montée de 4, à laquelle est rattachée une section de montagne, constitue l'artillerie de cette circonscription.

L'étude des troupes d'artillerie de campagne appartenant à l'armée régulière est maintenant terminée; il nous reste, pour achever la seconde partie du présent travail, à exposer l'organisation de l'artillerie appartenant à l'armée irrégulière.

Armée irrégulière.

Les troupes d'artillerie de l'armée irrégulière se composent des batteries à cheval des Cosaques du Don, du Kouban, du Térek, d'Orenbourg et du Transbaïkal.

Les batteries de ces différents territoires sont, comme nous l'avons dit au début de cette étude [1], réunies en brigade, à l'exception de celles du Don. La brigade ne correspond pas à une unité tactique des troupes de cavalerie, telle que la division, par exemple. On a adopté ce groupement pour centraliser toutes les affaires concernant l'artillerie du territoire. Le commandant de brigade relève directement de l'ataman *locum tenens* du territoire, celui-ci du commandant en chef de la circonscription.

Nous avons vu également que le territoire du Don formait une véritable circonscription et que le service de l'artillerie ressortissait à l'état-major d'artillerie qui y est attaché; cet état-major est, ainsi que le territoire, scindé en deux.

Lorsque des batteries cosaques entrent dans la formation de divisions de cavalerie, elles sont alors directement sous les ordres du commandant de la division.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, livraison de mai 1880, p. 194.

Cosaques du Don.

Armée d'Europe.

Temps de paix.

Les Cosaques du Don ont, en temps de paix :

8 batteries en service actif ou du 1er tour,

14 — en disponibilité ou du 2e tour.

Batteries en service actif. — Une de ces batteries, dite des Cosaques du Don de la garde, entre, comme on le sait, dans la composition de la brigade à cheval de la garde ; chacune des sept autres est endivisionnée avec une batterie de l'armée régulière.

Leur organisation est semblable à celle de l'artillerie à cheval régulière. La batterie de la garde n'attelle que 4 pièces au lieu de 6 : elle a les droits attribués aux troupes de la jeune garde.

Les Cosaques sont tenus de se monter, de s'habiller, de s'équiper à leurs frais ; dans la garde, l'habillement leur est fourni. Les chevaux de trait, le matériel et l'armement sont à la charge de l'État pour toutes les batteries ; les chevaux sont achetés sur le territoire du Don.

Batteries en disponibilité. — Les batteries en disponibilité n'ont aux états-majors que 3 chevaux d'officiers et 20 chevaux de trait, avec lesquels on peut atteler 3 pièces.

Les hommes sont en congé dans leurs foyers et doivent se tenir prêts à partir au premier ordre ; ils sont montés et équipés.

Il n'y a qu'un tour de disponibilité pour l'artillerie, tandis que, dans les autres troupes cosaques, celles de la garde exceptées, il y en a deux (1).

Dans les batteries en disponibilité, les fonds d'entretien et de remonte sont pris sur la caisse du territoire.

On alloue une somme fixe annuelle aux officiers pour se procurer des ordonnances. Des détachements sont orga-

(1) Le *Service militaire des Cosaques du Don* a fait l'objet d'une étude spéciale publiée par la *Revue militaire de l'Étranger* en 1876 (nos 298 et suivants).

nisés, un par rayon du territoire, pour le service du matériel, des chevaux, etc. Chaque détachement est commandé par un officier supérieur appartenant à une batterie en disponibilité et comprend :

Premier rayon : 1 sous-officier de 1re classe, un sous-officier de 2e classe, 51 soldats et 16 chevaux de selle ;

Deuxième rayon : 1 sous-officier de 1re classe, 1 sous-officier de 2e classe, 60 soldats et 19 chevaux de selle.

Ces effectifs peuvent être réduits lorsque les chevaux sont au vert.

Tous les trois ans, les commandants des batteries en service actif sont remplacés par ceux des batteries du deuxième tour ; les autres officiers sont aussi alternativement en activité et en disponibilité. En disponibilité, les officiers peuvent appartenir à deux catégories : dans l'une, ils sont en disponibilité proprement dite, dans l'autre, ils sont attachés à divers services de l'artillerie du territoire.

Temps de guerre.

Les batteries du premier tour ainsi que celles du deuxième tour sont mises sur pied de guerre ; les dernières sont affectées aux troupes du Don.

Il est, en outre, formé une batterie de dépôt à 4 pièces.

Cosaques du Kouban et du Térek.

(Armée du Caucase.)

Les Cosaques du Kouban forment 5 batteries, ceux du Térek 2 ; les unes et les autres étaient à 8 pièces en temps de guerre et à 4 en temps de paix. Ces batteries à cheval des Cosaques du Caucase étaient seules restées jusqu'ici en dehors de la réorganisation effectuée pour l'artillerie des autres territoires. Par ordre impérial, en date du 17 avril dernier, elles doivent être transformées en batteries à 6 pièces. Ces 7 batteries sont groupées en une seule brigade.

Les batteries n°s 1 et 2 du Kouban sont attachées à la 2e division ; les batteries n°s 4 et 5 à la 1re division de cavalerie du Caucase ; la batterie n° 1 du Térek est attachée de même à la 3e division de cavalerie du Caucase. Ces 5 batteries, qui font partie intégrante des divisions de cavalerie, sont actuellement sur pied de guerre.

Cosaques d'Orenbourg.

(Europe et Asie.)

Temps de paix. — Les Cosaques d'Orenbourg ont, en temps de paix, une brigade d'artillerie à cheval composée de 4 batteries. Deux d'entre elles, stationnées à Orenbourg, attellent chacune 4 pièces et 2 caissons ; les deux autres, détachées dans le Turkestan, 6 pièces et 3 caissons. Il y a en outre 4 batteries disponibles.

Temps de guerre. — Le nombre des batteries, sur le pied de guerre, est porté à 9, savoir :

8 batteries actives à 6 pièces ;

1 batterie de dépôt à 4 pièces.

Afin d'assurer ces nouvelles formations, l'effectif des officiers est, en temps de paix, supérieur dans chaque batterie à l'effectif de guerre.

Division d'instruction. — Il existe, en plus des batteries que nous venons d'énumérer, une division d'instruction cosaque stationnée à Pavlovsk, près de Saint-Pétersbourg. Elle est composée de Cosaques du Kouban, du Térek et d'Orenbourg.

Nous nous réservons de revenir sur l'organisation et le service de cette division lorsqu'il sera question des batteries d'instruction de l'artillerie régulière.

Cosaques du Transbaïkal.

(Asie.)

L'artillerie des Cosaques du Transbaïkal se compose, en temps de paix, d'une brigade de 3 batteries, dont 2 en

BATTERIES.	OFFICIERS supérieurs.	OFFICIERS inférieurs.	TROUPE. Sous-officiers.	TROUPE. Soldats.	Fonctionnaires classés.	Troupe.	SELLE D'officier.	SELLE De troupe.	TRAIT D'artillerie.	TRAIT Du train d'intendance (1).	Officiers et troupe.	Chevaux (2).
					PIED DE PAIX (3).							
Cosaques du Don.												
Batterie de la garde à 4 pièces	1	4	9	131	»	23	5	73	36	4	168	118
Batterie de la ligne à 6 pièces	1	7	14	178	»	24	8	104	53	6	224	171
Cosaques du Kouban et du Térek.												
Batterie à 4 pièces	1	6	11	92	1	31	81		33	6	142	120
Cosaques d'Orenbourg.												
Batterie à 6 pièces	2	8	14	178	1	22	11	104	53	6	225	174
Batterie à 4 pièces	2	8	9	136	1	21	11	71	36	6	177	124
Cosaques du Transbaïkal.												
Batterie à 4 pièces	2	4	10	129	1	18	7	64	36 (4)	4	164	111
					PIED DE GUERRE.							
Cosaques du Don.												
Batterie de la garde à 6 pièces	1	5	20	221	»	31	6	145	133	»	273	284
Batterie de la ligne à 6 pièces	1	5	20	218	»	31	6	142	133	»	275	281
Batterie de dépôt à 4 pièces	1	6	24	28	»	3	7	44	26	»	62	77
Cosaques du Kouban et du Térek.												
Batterie à 8 pièces (5)	1	6	25	264	1	37	149		146	17	334	312
Cosaques d'Orenbourg.												
Batterie à 6 pièces	1	4	20	218	1	29	6	142	133	»	273	281
Batterie de dépôt à 4 pièces	1	2	24	24	»	3	3	44	26	»	54	73
Cosaques du Transbaïkal.												
Batterie à 6 pièces	5		20	199	1	27	6	130	111	17	252	264

(1) Le nombre de chevaux de trait affectés au train d'intendance en temps de guerre varie suivant la composition du matériel pour les batteries du Don et d'Orenbourg.
(2) Non compris les chevaux de trait affectés au train d'intendance, en temps de guerre, pour les batteries du Don et d'Orenbourg.
(3) Sur le pied de paix renforcé, on ajoute :
Batterie du Don de la garde . . . . 5 chevaux de trait. Batterie d'Orenbourg à 6 pièces. . . 11 chevaux de trait.
— — de la ligne. . . . . 11 — — — — à 4 pièces. . . 4 — —
(4) En attendant la mise en service des caissons nouveau modèle, on a 34 chevaux de trait sur le pied de paix et 58 sur le pied de paix renforcé.
(5) Ces batteries doivent être réduites à 6 pièces.

service actif, formées à 4 pièces, et 1 en disponibilité, sans personnel. Sur le pied de guerre, ces batteries sont toutes les trois à 6 pièces.

EFFECTIFS DES BATTERIES COSAQUES.

On a réuni dans un seul tableau, et en les résumant, les effectifs des batteries cosaques. Dans l'artillerie du Don les grades des officiers sont les mêmes que dans l'artillerie régulière; ils sont différents au contraire dans les batteries des autres territoires, où la hiérarchie comprend le colonel, le lieutenant-colonel, le *voïskovoï starchina* (major), l'*essaoul* (capitaine), le *sotnik* (lieutenant) et le *korounji* (enseigne). Les sous-officiers portent le nom d'*ouriadnik*.

La batterie du Don de la garde est commandée par un colonel; les batteries du Don de la ligne et celles d'Orenbourg le sont par des colonels ou par des lieutenants-colonels. Les batteries du Transbaïkal ont à leur tête un lieutenant-colonel ou un major; celles du Kouban et du Térek, un officier supérieur de n'importe quel grade.

Il n'est généralement pas fait mention des ordonnances dans les tableaux d'effectifs; les officiers prennent des hommes dans le rang pour leur service. Par contre, les chevaux des officiers qui ne sont pas indiqués dans les tableaux d'effectifs de l'armée régulière, sont portés dans les états des troupes cosaques; ils se trouvent, en effet, dans les mêmes conditions que ceux des hommes de troupe, les officiers et les soldats étant tenus de se monter également à leurs frais.

On n'a pas tenu compte du personnel variable des batteries de dépôt du Don et d'Orenbourg; ce personnel est formé dans les deux territoires à l'aide des hommes qui restent disponibles lorsque les autres formations sont effectuées.

Les batteries du Don et celles d'Orenbourg ont des sections de dépôt sur le pied de guerre.

(*A suivre.*)

MÉMOIRE [1]

SUR LA

FABRICATION INDUSTRIELLE DE LA DYNAMITE

PAR

MM. BOUTMY ET FAUCHER

INGÉNIEURS DES POUDRES ET SALPÊTRES

La fabrication industrielle de la dynamite présente des dangers et des difficultés considérables. En sorte que, malgré les travaux poursuivis depuis plusieurs années, de nombreuses victimes ont été déjà sacrifiées au besoin que l'industrie a de cette matière explosive si puissante.

Cependant les procédés de fabrication qui sont décrits ci-après et que nous avons installés à la poudrerie nationale de Vonges, en qualité d'ingénieurs des poudres et salpêtres, dans les années 1873 à 1875, ont été assez bien combinés pour qu'il ait été possible de fabriquer, dans cet établissement, des quantités importantes de dynamite, sans qu'il y ait eu mort d'homme, et même sans que la santé de nos ouvriers en ait souffert.

I. Remarques préliminaires.

On sait que la nitroglycérine s'obtient presque instantanément en faisant agir sur la glycérine, l'acide nitrique fumant, ou mieux un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique. Une brusque immersion de toute la masse dans une quantité d'eau considérable met fin à la réaction et sépare la nitroglycérine qui se précipite sous forme d'une huile plus ou moins limpide.

Lorsqu'on opère sur de grandes masses, on rencontre de sérieuses difficultés, parce que la réaction dégage beau-

[1] Ce mémoire a été adressé à l'Académie des sciences par MM. Boutmy et Faucher. L'Académie, dans sa séance du 1er mars 1880, a décerné un prix à ces deux ingénieurs. (*N. de la R.*)

coup de chaleur, ce qui tend à décomposer la nitroglycérine formée. En raison de la viscosité des liquides, les procédés de réfrigération les mieux étudiés restent souvent sans efficacité ; certains points conservent fréquemment, par une circonstance fortuite quelconque, une température élevée et deviennent alors le foyer d'une décomposition qui s'étend presque instantanément à toute la masse, en donnant lieu à un dégagement considérable d'acide hypoazotique.

Outre que le dégagement de ces vapeurs rutilantes est extrêmement préjudiciable à la santé des ouvriers, s'il se produit à un moment où une quantité notable de nitroglycérine est déjà formée, il peut en résulter une explosion ayant des conséquences plus ou moins funestes.

Lorsque nous avons été chargés de fabriquer à Vonges, la nitroglycérine en masses importantes, nous n'avons pu nous contenter d'un procédé de fabrication présentant en lui-même de si grandes chances d'accidents. Nos études nous ont conduit alors à adopter un procédé tout particulier, dont nous avons consigné le principe dans un paquet cacheté qui a été déposé à l'Académie des sciences dans la séance du 6 août 1872, accepté alors et inscrit sous le numéro 2684.

Ce dépôt avait été fait en vue d'établir nos droits de priorité, et d'assurer à l'État, le bénéfice de notre découverte.

Lorsque la connaissance de nos procédés se fut répandue, même à l'étranger, par voie d'indiscrétions involontaires et en quelque sorte inévitables, le Ministre a décidé (dépêches du 12 août et du 30 septembre 1876) qu'il y avait désormais intérêt à publier le principe sur lequel ils reposent. A cet effet, nous avons demandé à l'Académie des sciences, dans la séance du 23 octobre 1876, l'ouverture du paquet cacheté en question, dont le contenu a été inséré *in extenso* dans le n° 17 des comptes rendus.

Quant à la mise en pratique de ce procédé et aux tours

de main imaginés en conséquence, ils ont été consignés dans un deuxième paquet cacheté, déposé à l'Académie des sciences dans la séance du 29 mars 1875, accepté et inscrit sous le n° 2904, dont l'ouverture n'a pas été autorisée jusqu'à ce jour par le Ministre.

Toutefois, les circonstances actuelles permettent de divulguer les points principaux de nos procédés. Nous allons donc entrer dans le détail succinct des opérations poursuivies.

II. Préparation de la nitroglycérine.

On sait, par le paquet cacheté du 6 août 1872 (publié le 23 octobre 1876), que le principe de notre procédé consiste à écarter la majeure partie de la chaleur qui doit se dégager dans la réaction donnant finalement naissance à la nitroglycérine, en engageant au préalable la glycérine dans une combinaison avec l'acide sulfurique que nous détruisons ensuite par l'acide nitrique.

Notre procédé se réduit donc essentiellement à former à l'avance :

1° Un mélange dit sulfoglycérique, obtenu en traitant la glycérine par trois fois environ son poids d'acide sulfurique;

2° Un mélange dit sulfonitrique, obtenu en mélangeant à poids égaux l'acide sulfurique et l'acide nitrique.

Ces deux préparations donnent lieu à des dégagements de chaleur considérables.

Après refroidissement, les mélanges sulfoglycérique et sulfonitrique sont réunis dans des proportions déterminées pour que la formation de la nitroglycérine se fasse avec une lenteur qui empêche tout échauffement anormal.

Cette formation lente et sans échauffement de la nitroglycérine, qui n'a lieu dans aucun des procédés de fabrication connus et publiés avant nous, est le fait nouveau, la découverte que nous soumettons à la haute sanction de l'Académie des sciences et dont nous démontrerons d'ail-

leurs l'importance au point de vue de la sécurité des ouvriers.

Pour cela, nous allons préciser en quelques pages dans quelles conditions nous opérons :

1° Préparation du mélange sulfoglycérique.

Nous préparons le mélange sulfoglycérique en traitant la glycérine rectifiée, marquant 30° Baumé, par l'acide sulfurique 66° commercial, dans les proportions suivantes :

Glycérine.	100
Acide sulfurique. . . .	320

Il y a nécessité de faire obstacle à l'élévation de température, résultant de la combinaison de l'acide sulfurique avec la glycérine et l'eau qu'elle renferme encore, afin d'éviter la formation d'une quantité d'acroléine qui pourrait être notable et qui salerait le produit final, en rendant sa purification très difficile. Nous faisons, pour cela, usage d'un appareil barboteur, qui est divisé, par des lames de plomb, en compartiments dans lesquels la masse liquide est constamment remuée par des palettes également en plomb.

Cet appareil est muni d'une double enveloppe dans laquelle circule un courant continu d'eau froide. La glycérine y coule régulièrement en lame mince dans l'acide sulfurique constamment remué et refroidi.

On verse d'abord dans l'appareil un poids déterminé d'acide sulfurique, en employant pour la vidange des bonbonnes d'acide des pompes de pression dans des conditions spéciales qu'il serait trop long d'expliquer ici, et qui ont pour but (régulièrement et complétement atteint) de préserver les ouvriers de l'action nuisible des fumées acides. Puis on fait écouler lentement la glycérine d'un vase jaugé en quantité correspondante à celle de l'acide sulfurique.

Lorsque le mélange sulfoglycérique est terminé, on le

recueille dans des touries en grès de forme spéciale, que l'on conserve (bien bouchées) jusqu'à complet refroidissesement, dans un bassin plein d'eau.

2° Préparation du mélange nitrosulfurique.

Ce mélange comprend parties égales d'acide sulfurique concentré, 66° commercial, et d'acide nitrique, 48°.

Il est fait dans des touries en grès, pareilles aux précédentes, en employant pour la vidange des bonbonnes d'acide, des pompes de pression installées également comme les précédentes. L'avantage de préserver complétement les ouvriers de l'action des fumées acides est d'autant plus grand ici, que les fumées de ce mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique ont un effet particulièrement fâcheux sur les poumons et plus ou moins directement sur les organes digestifs.

Les touries en grès, lutées avec soin, sont également conservées jusqu'à refroidissement dans un bassin plein d'eau.

3° Préparation de la nitroglycérine.

Pour préparer la nitroglycérine, nous faisons réagir dans des piles cylindriques en grès les deux mélanges précédents.

Les piles en grès sont fermées avec un couvercle équilibré par un contrepoids qui est établi de manière à basculer au moindre excès de pression résultant d'un dégagement gazeux à l'intérieur des piles. De plus, ce couvercle repose dans un canal annulaire rempli d'acide sulfurique qui empêche l'entrée de l'humidité à l'intérieur de la pile.

On a donc une fermeture hermétique qui empêche les fumées acides de se répandre dans l'atelier, sans former un obstacle dangereux aux dégagements anormaux des vapeurs qu'il est prudent de prévoir.

Les proportions relatives des mélanges sulfoglycérique et sulfonitrique réagissants sont variables avec les conditions atmosphériques extérieures et la durée assignée *à priori* (par des considérations pratiques diverses) à la formation de la nitroglycérine. Nous pouvons indiquer comme une moyenne applicable au plus grand nombre de cas, les chiffres suivants :

420 Mélange sulfoglycérique.	Glycérine.	100
	Acide sulfurique . .	320
560 Mélange sulfonitrique. .	Acide sulfurique . .	280
	Acide nitrique . . .	280

ce qui donne finalement pour les proportions relatives les matières réagissantes :

Glycérine.	100
Acide nitrique. . . .	280
Acide sulfurique . . .	600

Il faut faire cette réserve, toutefois, que ces proportions sont déterminées par une préoccupation peut-être exagérée des besoins de sécurité, et qu'il est possible de les modifier assez sensiblement par des raisons d'économie, sans nuire au résultat final. Sans entrer dans des détails inutiles sur ce point, on peut signaler, d'une manière générale, que la proportion d'acide sulfurique peut être diminuée quand le temps est bien sec et la température peu élevée. Cette réduction se fait, bien entendu, dans le mélange sulfoglycérique.

Quoi qu'il en soit, avec les proportions indiquées ci-dessus, la formation de la nitroglycérine dure environ douze heures. Elle apparaît en gouttes huileuses qui montent lentement à la surface et elle finit par former une couche superficielle assez nettement séparée du mélange acide.

L'échauffement maximum ne dépasse pas 15°. Il se produit un quart d'heure environ après la réunion des deux mélanges acides, il disparaît ensuite graduellement sans aucune anomalie et sans l'emploi d'aucun procédé quelconque de refroidissement.

Nous faisons le mélange dans les piles, le soir, dans les dernières heures du travail, en employant le mode de transvasement par pompes de pression, déjà indiqué ci-dessus.

Les touries, tarées sur des bascules, sont régulièrement vidées de la quantité à charger dans chaque pile, sans être ouvertes et sans qu'aucune fumée se répande au dehors, point important pour la santé de nos ouvriers.

Les piles sont d'ailleurs abandonnées à elles-mêmes pendant toute la nuit, en dehors de l'action des ouvriers, ce qui écarte tout danger de mort d'homme, en cas d'accident fortuit, ce qu'il est toujours nécessaire de prévoir dans le maniement des substances explosives.

La seule précaution à prendre, c'est d'éviter dans les piles la présence de toute matière attaquable par les acides, telles que débris d'osier, de chiffons, de paille, dont l'oxydation, plus ou moins rapide, troublerait la réaction et entraînerait une décomposition accidentelle allant même jusqu'à l'explosion, si elle se produisait après la formation d'une quantité déjà notable de nitroglycérine.

D'ailleurs, et c'est là le point important de notre procédé, et sur lequel nous insistons au point de vue de ses conséquences pour la sécurité des ouvriers, lorsqu'ils sont encore présents dans l'usine, un accident quelconque dans la réaction ne peut entraîner une explosion. Or, dans la fabrication des matières explosives, le but est surtout de régler les procédés de fabrication, de manière à ce que les ouvriers ne puissent en être victimes.

Quant à éviter complètement les explosions, il ne faut pas espérer obtenir ce résultat que l'expérience démontre irréalisable.

Le matin, à la reprise du travail, la formation de la nitroglycérine pouvant être considérée comme terminée, on l'isole par décantation du mélange acide, qui se trouve ainsi conservé dans un état de concentration qui permet d'en tirer un parti avantageux.

Pour mémoire, nous signalons que le rendement industriel obtenu dans ces conditions avec des acides à 65° $\frac{1}{2}$ et 48° faible, atteint en travail courant 190 p. 100 de la glycérine employée. Il s'accroît sensiblement d'ailleurs quand on emploie des acides plus concentrés.

4° Lavage de la nitroglycérine.

Le lavage de la nitroglycérine se fait dans un barboteur spécial à palettes, où l'on fait agir sur la nitroglycérine des quantités d'eau considérables et finalement une certaine quantité d'eau alcaline.

L'opération ne présente aucun danger et débarrasse la nitroglycérine des acides avec lesquels elle se trouve encore en partie mélangée.

5° Filtration de la nitroglycérine.

Après le lavage, la nitroglycérine est trouble, plus ou moins émulsionnée et même hydratée. Pour la filtrer et la déshydrater, nous la faisons passer sur des éponges dans un appareil spécial.

C'est M. Hagron, ingénieur des poudres et salpêtres, notre collaborateur pendant quelque temps à Vonges, qui a reconnu cette propriété remarquable de l'éponge, de séparer l'eau de la nitroglycérine par une sorte de sélection qu'elle exerce au sein du mélange, pour celui des deux liquides qui est en moindre quantité. Finalement, l'éponge imbibée de nitroglycérine laisse passer d'abord la nitroglycérine, puis l'eau, tandis que l'éponge imbibée d'eau, laisse passer l'eau d'abord et la nitroglycérine ensuite.

L'éponge offre donc un moyen de séparation facile et efficace de la nitroglycérine et de l'eau dont elle est mélangée au sortir du lavage.

Les appareils que nous employons pour réaliser cette séparation, consistent tout simplement en des cylindres en tôle, percés de trous à la partie inférieure, dans lesquels

les éponges sont soumises à une pression déterminée par l'expérience. La nitroglycérine, au sortir des filtres, est parfaitement limpide et déshydratée; elle est, de plus, tout à fait neutre, car elle laisse dans les éponges (changées et purifiées autant qu'il est nécessaire), les dernières traces d'acide qui ont pu échapper au lavage.

III. Préparation de la dynamite.

La préparation de la dynamite consiste simplement à incorporer la nitroglycérine avec les matières absorbantes diverses qui différencient les diverses espèces de dynamites.

Cette incorporation se fait sur une table recouverte d'une feuille épaisse de plomb.

A cet effet, on fait dans des terrines une sorte de touillage, avec un morceau de bois, de la matière absorbante avec la quantité convenable de nitroglycérine. On verse le mélange grossier, ainsi formé, sur la table, où on l'étend avec un rouleau de bois terminé par des poignées tournées, comme les rouleaux des pâtissiers.

L'ouvrier relève la matière en tas avec une curette en bois, puis il l'étend avec le rouleau qu'il manie avec des gants de peau. En relevant en tas et étendant à nouveau un certain nombre de fois, on obtient ainsi un mélange parfaitement homogène, sans danger d'accident et sans aucune action fâcheuse sur la santé de l'ouvrier.

IV. Installation des batiments.

Il resterait, pour compléter cette description rapide des procédés de fabrication de la dynamite inaugurés à Vonges, à indiquer les dispositions adoptées dans l'assiette et la construction des bâtiments. Dans cette partie du service spécialement confiée aux soins de M. Billardon, ingénieur des poudres et salpêtres, de nombreuses difficultés d'installation créées par une préoccupation constante de

la sécurité de nos ouvriers, ont été heureusement surmontées.

La description de ces dispositions diverses ne peut se faire sans figures et sortirait d'ailleurs du cadre de ce mémoire; cependant, nous avons tenu à ne pas passer sous silence les services rendus par M. Billardon, notre collaborateur de plusieurs années.

V. Conclusions.

Les procédés décrits dans les pages qui précèdent sont appliqués à Vonges depuis 1873, et ont permis de fabriquer des quantités considérables de dynamite, dans des conditions de sécurité en quelque sorte exceptionnelles eu égard aux dangers extrêmement graves que présente le maniement d'une matière explosive aussi puissante. Non seulement nous n'avons pas eu à déplorer la perte d'un seul ouvrier, mais la santé de tous s'est maintenue intacte. Cependant, nous avons dû manipuler des quantités considérables de nitroglycérine, qui est un poison violent et qui donne lieu, en outre, par un simple contact avec les muqueuses, à des accidents nerveux très-graves et à des troubles très pénibles dans les fonctions digestives. Nous avons dû également manipuler des quantités considérables d'acides concentrés dont l'action sur l'économie est toujours fâcheuse.

Ce résultat satisfaisant est dû à l'ensemble des précautions prises en vue de la sécurité de nos ouvriers, et, avant tout, à notre procédé de préparation lente de la nitroglycérine.

NOTE

SUR UN

SYSTÈME DE TÉLÉPHONIE VOLANTE

EMPLOYÉ

AU COURS PRATIQUE DE TIR DE L'ARTILLERIE

A BOURGES.

(D'après un rapport de M. Maugenest, chef de poste de télégraphie militaire, attaché à l'École d'artillerie de Bourges.)

Un des grands avantages que présente l'emploi du téléphone Gower dans les polygones, est la facilité de transport de l'instrument, qui, pourvu d'un appel pneumatique, n'exige ni pile ni sonnerie électrique; on peut, par suite, se dispenser de faire usage d'une voiture télégraphique, lourde et encombrante, et opérer le transport des téléphones et des bobines de câble, soit au moyen d'un avant-train de campagne, soit à dos de cheval.

Ce système a été appliqué au Cours pratique de l'artillerie, à Bourges, où il a été organisé de la manière suivante.

Boîte téléphonique. — Le grand téléphone et le téléphone-montre sont renfermés dans une boîte A B (fig. 1), dont le couvercle B peut être, à volonté, rabattu complètement ou maintenu horizontalement par un cordon *c* (fig. 2), muni d'un porte-mousqueton *m*.

Deux bornes à écrou, L et T (fig. 1), traversent la paroi supérieure de la boîte; la borne L communique intérieurement avec le grand téléphone, la borne T avec le téléphone-montre. Cette disposition facilite les prises de

communication avec la ligne et la terre. Un anneau, O, vissé sur le couvercle B, sert de support au cornet acoustique. Dans la figure 1, on a représenté un cornet acoustique

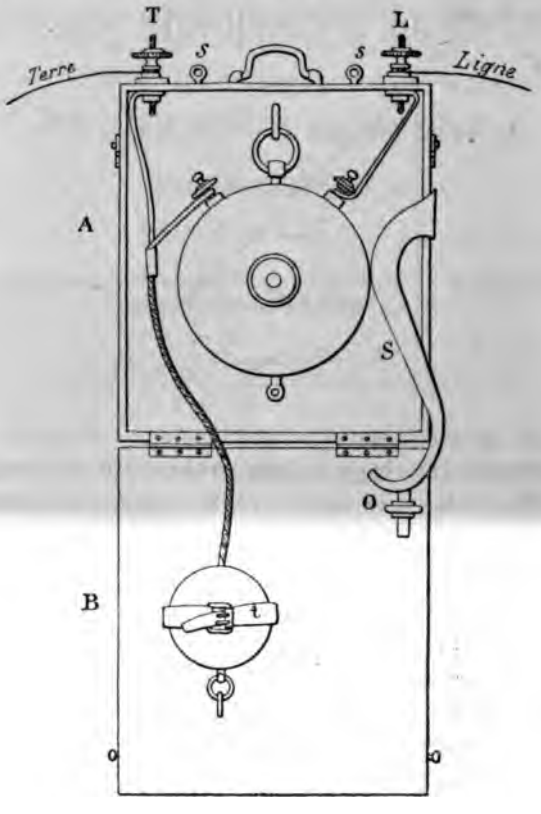


Fig. 1.

en forme de S qui paraît d'un usage plus commode que le cornet de forme droite, représenté dans la figure 2.

Avant de fermer la boîte, on enroule le tuyau flexible autour du grand téléphone et l'on attache le petit au couvercle au moyen d'une courroie *t*.

Deux plaques à anneau, *s*, *s*, fixées à la partie supérieure de la boîte, permettent de la suspendre. Une mince

flanelle, dont la boîte est tapissée intérieurement, contribue à protéger les téléphones contre l'humidité.

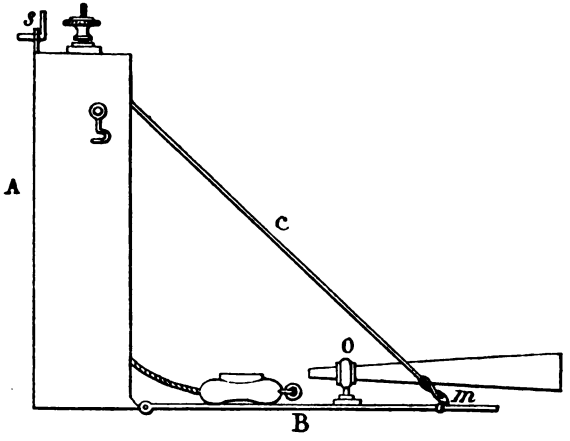


Fig. 2.

Transport au moyen d'un avant-train de campagne (fig. 3). — Pour le service de la batterie, un avant-train

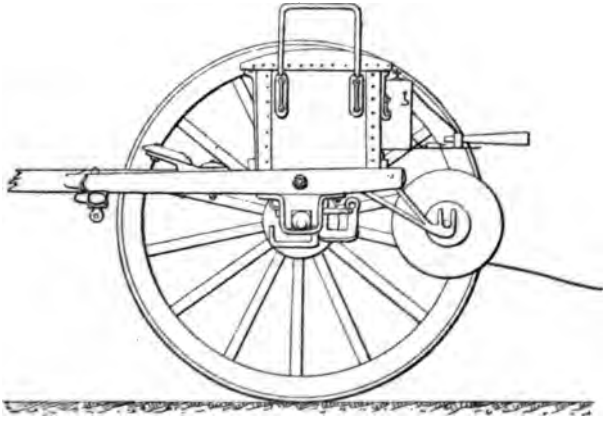


Fig. 3.

de campagne est affecté au transport de la boîte téléphonique, d'une bobine de câble, de la fiche de terre et d'un ou deux télégraphistes.

Sous la partie postérieure des armons est fixée une fourchette en fer, sur laquelle se place la bobine.

La boîte téléphonique, munie de bretelles ou renfermée dans un sac en cuir, est portée à dos pendant le trajet; pendant le tir, elle est suspendue au coffre d'avant-train ou logée sous le couvercle entr'ouvert de celui-ci.

En cas de pluie, on jette, sur la boîte, un drap qui peut servir aussi à protéger les oreilles de l'opérateur contre les bruits extérieurs.

L'avant-train peut, en même temps, être utilisé pour le transport de la lunette et autres accessoires employés pendant le tir.

Transport à dos de cheval (fig. 4, 5, 6). — Le trans-

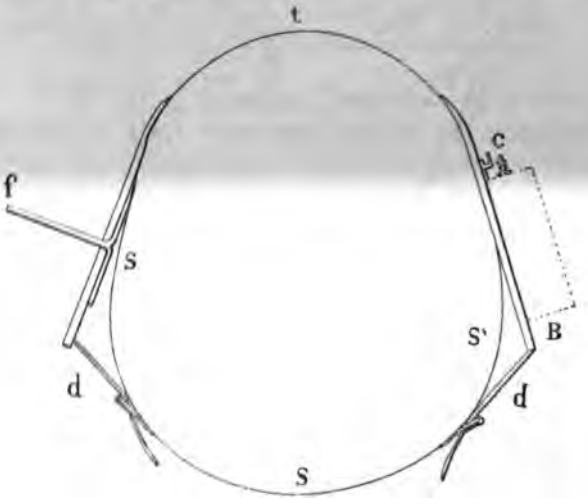


Fig. 4.

port, au point de chute, de la boîte téléphonique, du câble et des autres accessoires se fait par cavaliers.

Sur l'arrière de la selle s'adapte un bât léger, composé essentiellement de deux planchettes carrées A et B (fig. 4 et 5), de 250 millimètres de côté et de 16 millimètres d'épaisseur, réunies entre elles par deux bandes de toile,

t, t. Sur ces planchettes, sont fixés des crochets, *c*, auxquels on suspend la boîte téléphonique, ou des broches en fer, *f*,

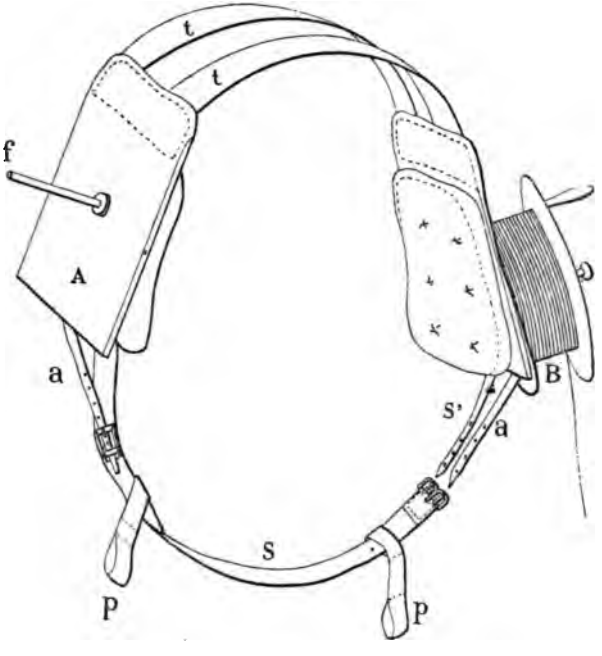


Fig. 5.

servant de support et d'axe de déroulement aux bobines de fil; ces broches ont 150 millimètres de longueur et 15 millimètres de diamètre. Les deux planchettes sont revêtues d'un cuir qui déborde un peu leur partie supérieure; deux coussinets, en crin et toile, sont fixés sous les planchettes.

Pour la mise en place sur le cheval (fig. 6), on fait reposer l'une des bandes de toile, *t*, sur le siège, l'autre sur les pointes de la selle. Une sangle S et un contre-sanglon S', fixés aux planchettes, se réunissent sous le ventre du cheval sans le serrer; deux passes, en toile, *p*, *p*, relient la sangle S aux sangles de la selle et l'empêchent de glisser

vers l'arrière. Enfin, le ballottement latéral est empêché au moyen de deux contre-sangloux, *dd* ou *aa*, fixés au bas des planchettes et bouclés à la sangle S (fig. 4 et 5).

Les bobines sont formées d'un cylindre en bois, de 120 millimètres de diamètre et de 120 millimètres de

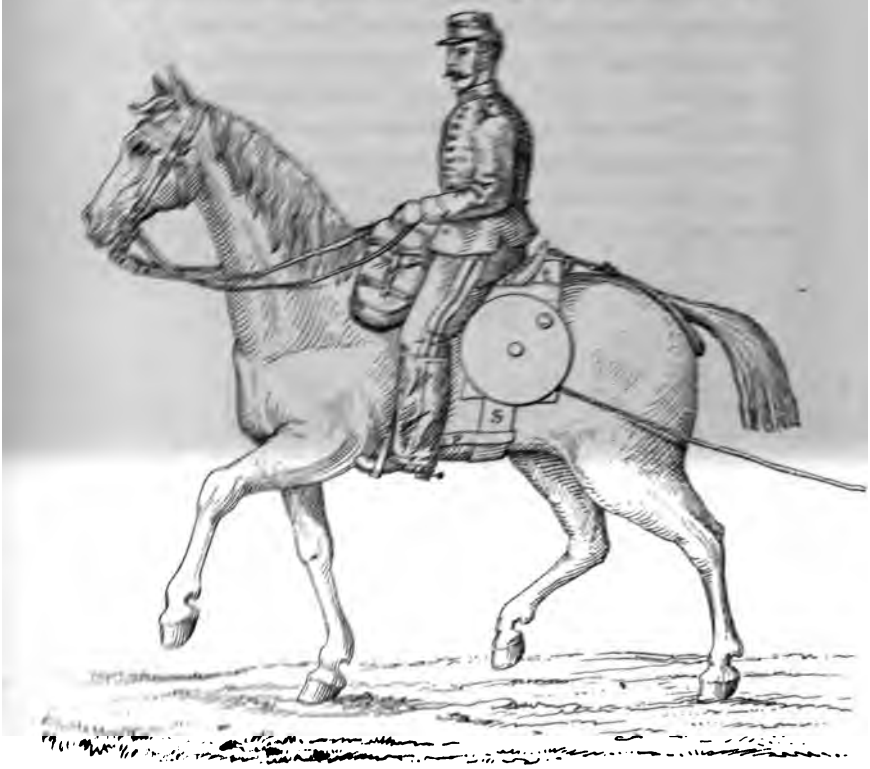


Fig. 6.

hauteur, et de joues en tôle, de 1 millimètre d'épaisseur et de 370 millimètres de diamètre. Chaque bobine peut recevoir 300 mètres de câble de campagne et se dérouler au trot. Une poignée fixée sur la joue extérieure permet de faire tourner la bobine sur la broche en fer.

L'installation des téléphones au point de chute ne né-

cessitant pas en général plus de 150 à 200 mètres de fil, un cheval suffit pour transporter la bobine d'un côté, la boîte téléphonique et une fiche de terre de l'autre. Lorsqu'on a besoin d'une plus grande longueur de fil, on fait transporter deux autres bobines par un second cheval.

Si l'observation se fait dans un abri, la boîte téléphonique y est transportée et suspendue. Si, au contraire, l'observation se fait en plein air, le plus simple est de laisser la boîte sur le cheval, si celui-ci est suffisamment calme; sinon, elle est tenue en bandoulière par le téléphoniste.

On peut aussi faire usage d'un trépied pour suspendre la boîte téléphonique et, au besoin, pour dérouler une bobine de fil (fig. 7). Deux chevaux sont alors nécessaires :

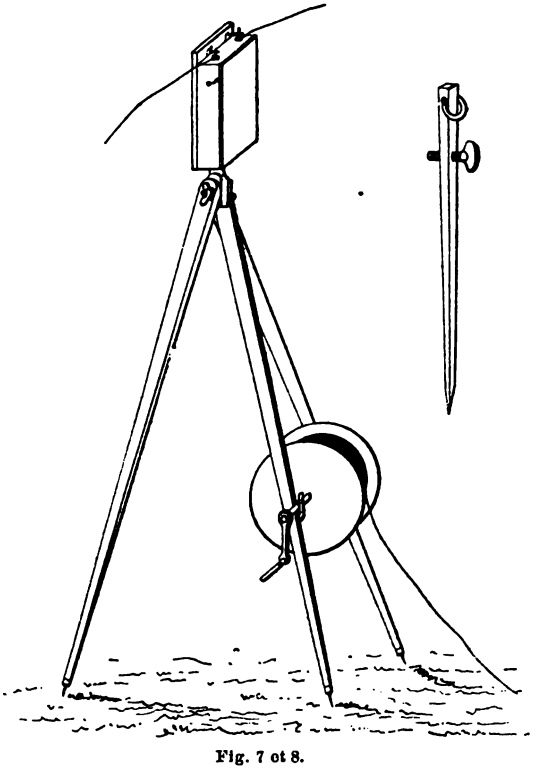


Fig. 7 et 8.

l'un, portant les bobines, l'autre les téléphones à droite, le trépied et la fiche de terre à gauche.

Les fiches de terre (fig. 8) sont pourvues d'un anneau auquel les cavaliers peuvent attacher leurs chevaux, s'ils sont obligés de les abandonner momentanément pour installer ou rompre les communications; les fiches doivent alors être profondément enfoncées dans le sol.

Le bât pèse environ 7 kil., une bobine vide, 1 kil., et cent mètres de fil, 3 kil; la surcharge d'un cheval portant 2 bobines de 200 mètres de fil chacune (ce qui est ordinairement suffisant) n'est donc que de 21 kil.

Le système de téléphonie volante employé au cours pratique de tir y a donné des résultats satisfaisants. Sa grande mobilité pourrait l'appeler à rendre quelques services en campagne : il existe un câble léger, à âme d'acier, qui ne pèse que 12 kil. par kilomètre ; un cheval pourrait en porter 2 kilomètres et les dérouler au trot là où une voiture ne passerait pas.

APPAREILS BALISTIQUES

DU

LIEUTENANT-COLONEL SEBERT

(PL. X.)

M. le lieutenant-colonel SEBERT, de l'artillerie de la marine, a communiqué récemment à l'Académie des sciences (21 et 28 juin 1880) les résultats fournis par son *appareil destiné à enregistrer la loi du mouvement d'un projectile soit dans l'âme d'une bouche à feu, soit dans un milieu résistant.*

Nous nous empressons de porter à la connaissance des lecteurs de la *Revue d'artillerie* le nouveau travail dû au savant colonel, et nous ne pouvons mieux faire que de reproduire *in extenso* la note insérée au Bulletin des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.

Nous faisons précéder cette note de celle que la Société d'encouragement pour l'industrie nationale avait insérée dans son bulletin du 26 juillet 1878. Cette note, rédigée par le lieutenant-colonel Sebert, renferme la description de son *vélocimètre,* c'est-à-dire d'un *appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu et celle du mouvement du projectile.*

Nous rappellerons, à ce sujet, que M. le lieutenant-colonel Sebert a fait, en 1875, une conférence à la *Réunion des officiers,* sur la *mesure des pressions développées par les gaz de la poudre.* Dans cette conférence, qui a été publiée en 1877 (1), l'orateur exposait sommairement l'historique des appareils enregistreurs.

Enfin, une étude très-complète et très-détaillée sur les *appareils balistiques,* vient d'être entreprise, dans le *Mémorial de l'artillerie de la marine,* par MM. le lieutenant-colonel SEBERT et le commandant DE POYEN. La première partie de cet intéressant travail figure dans la 1re livraison du tome VIII (année 1880).

(*N. de la R.*)

(1) Paris, Ch. Tanera, éditeur, rue de Savoie, 6.

I.

SUR UN APPAREIL DESTINÉ A FAIRE CONNAITRE LA LOI DU MOUVEMENT DE RECUL D'UNE BOUCHE A FEU ET CELLE DU MOUVEMENT DU PROJECTILE (*vélocimètre*).

La détermination de la loi précise du mouvement de recul des bouches à feu, pendant les premiers instants qui suivent l'inflammation de la charge de poudre, présente un grand intérêt pour les artilleurs, parce qu'elle peut faire connaître, dans de certaines conditions, la valeur des pressions développées dans l'âme de la bouche à feu et, par suite, guider, soit dans le calcul des formes et des épaisseurs des canons, soit dans le choix de la poudre susceptible de procurer les effets les plus avantageux, c'est-à-dire d'engendrer la plus grande vitesse initiale du projectile, tout en développant dans l'âme de la bouche à feu les plus faibles pressions.

Des essais ont été faits à diverses époques pour réaliser des appareils de ce genre, mais les moyens dont on disposait, jusqu'en ces derniers temps, pour la mesure des phénomènes de très courte durée, n'avaient pas permis d'obtenir la précision voulue; ce n'est qu'en mettant à profit de récents perfectionnements d'appareils électriques dus à M. Marcel Deprez, que j'ai pu construire un appareil simple et portatif, d'un maniement relativement facile, susceptible de fournir les résultats cherchés.

Cet appareil, auquel je conserverai le nom de *vélocimètre* qu'avait adopté le major américain Rodman, pour celui qu'il avait essayé de réaliser dans le même but, donne, en vraie grandeur, le parcours exact de la bouche à feu dans son mouvement de recul, pour des intervalles de temps également espacés dont la durée, dans les appareils que j'ai fait construire, a été amenée au $\frac{1}{1500}$ de seconde et pourra certainement être réduite encore davantage.

L'instrument fait connaître, en outre, par l'addition d'organes spéciaux, l'instant précis où le projectile passe à

la bouche de la pièce ou en d'autres points déterminés de l'âme, et il indique également l'instant du passage du boulet dans des cadres-cibles placés sur son parcours dans l'air; il donne donc la durée du parcours dans l'âme et la vitesse initiale du projectile, et peut, par suite, remplacer les chronographes en usage pour la mesure de cette vitesse.

L'appareil se compose (pl. X, fig. 1) [1], pour la détermination de la loi du recul, d'un ruban d'acier flexible A A, de longueur convenable, qui peut glisser dans une coulisse horizontale B montée sur une planchette C, fixée elle-même sur un support voisin de la pièce. Ce ruban est relié au point de la bouche à feu ou de l'affût, dont on veut étudier le recul, par un fil d'acier D flexible en tous sens, mais sensiblement inextensible.

Il est entraîné lors du recul de la bouche à feu, dont il suit le mouvement quelle qu'en soit la longueur; sa face supérieure est recouverte de noir de fumée.

Au-dessus de ce ruban est placé un diapason vibrant E, entretenu électriquement par le procédé perfectionné dû à M. Marcel Deprez, procédé qui permet d'obtenir une amplitude considérable et un mouvement régulier et durable. L'une des branches de ce diapason porte une petite plume en acier, et il est monté sur un axe horizontal qui permet de l'approcher ou de l'éloigner du ruban, de façon à amener cette plume à appuyer légèrement sur la surface noircie.

Tant que le ruban est immobile, la plume du diapason ne produit qu'un petit trait transversal unique, dû à la superposition des traces successives de son passage; mais si le ruban est entraîné par la bouche à feu, les traits correspondant à chaque oscillation s'espacent et forment une trace sinusoïdale, qui fait connaître, par l'écartement des ondulations successives, mesuré sur une ligne médiane,

---

[1] Voir, page 617, la légende de la planche X.

les parcours du canon pour des intervalles de temps rigoureusement égaux à la durée d'oscillation du diapason.

Le tracé n'a d'autre limite que la longueur du ruban employé ou l'étendue du recul de l'affût.

En relevant ce tracé au moyen d'un appareil micrométrique muni d'un microscope, on peut construire, avec une grande précision, une courbe qui donne les parcours du canon en fonction du temps.

Si l'on prend les différences premières des parcours successifs, on en déduit les vitesses de recul successives de l'affût, et si l'on prend les différences secondes, on peut, connaissant le poids des masses mises en mouvement et abstraction faite des résistances passives, en déduire, à chaque instant, la force appliquée au système et, par suite, la pression exercée sur le fond de l'âme.

J'ai pu avec cet appareil, muni d'un diapason donnant 1 500 vibrations simples à la seconde, obtenir l'enregistrement de la loi du recul de canons de 24 centimètres et de 14 centimètres de la marine, montés sur affûts d'expériences, ainsi que la loi du recul des canons de 7, de 90 et de 138, de la guerre, montés chacun sur l'affût réglementaire.

Le calcul des vitesses acquises fait ressortir nettement ce fait, déjà signalé par la Commission de Gâvre, que la vitesse de recul de l'affût continue à croître notablement après que le projectile est sorti de l'âme ; effet qui est dû évidemment à la détente des gaz restant encore dans l'âme après la sortie du projectile.

Pour le canon de 24 centimètres, par exemple, lançant à la charge de 28 kil. un projectile du poids de 144 kil., auquel il imprime une vitesse de 450 mètres environ, on trouve que le système du canon et de son affût a parcouru 30 millimètres, en moyenne, au moment où le projectile sort de l'âme, c'est-à-dire au bout de $0^{s},0114$ ($\frac{11}{1000}$ de seconde environ), que la vitesse du système est alors de $3^{m},80$ et qu'elle augmente encore, de façon à atteindre un

maximum de $5^m,20$ qui se produit au bout d'un temps égal à $0^s,048$, c'est-à-dire quand le canon, en reculant, a parcouru $0^m,20$ environ et quand le projectile est déjà à plus de 15 mètres de la bouche à feu.

Les indications de l'appareil sont tellement sensibles que le tracé de la courbe des vitesses met même en évidence la nature ondulatoire du mouvement imprimé au système, par suite, sans doute, de l'élasticité des pièces qui le composent.

Les vitesses successives obtenues forment, en effet, une série d'ondulations qui s'éteignent graduellement et dont la période assez régulière paraît dépendre de l'élasticité propre de l'affût.

Pour faire de ce même appareil un chronographe permettant de mesurer les durées de trajet des projectiles, soit dans l'âme, soit dans l'air, il suffit de placer dans le voisinage du diapason, en nombre égal à celui des signaux que l'on veut obtenir, des petits enregistreurs électriques du système imaginé par M. Marcel Deprez. Ces enregistreurs G sont formés d'électro-aimants de construction spéciale dont l'armature, appelée par un ressort antagoniste, porte une petite plume d'acier que l'on dispose de façon à lui faire tracer, sur le ruban d'acier du vélocimètre, un trait continu qui se trouve déplacé subitement quand l'armature est mise en mouvement par la rupture du courant qui anime l'électro-aimant.

En mettant l'un de ces enregistreurs en communication électrique avec un interrupteur spécial qui est placé à la bouche de la pièce et que le projectile doit rencontrer à sa sortie, on obtient sur le ruban, entraîné, à ce moment même, dans le mouvement de recul du canon, une trace indiquant le moment de la sortie du projectile.

En employant deux autres enregistreurs, mis en communication, de la même façon, avec des cadres-cibles placés sur le trajet du projectile et traversés par des courants électriques, on détermine de même les instants du

passage du projectile au travers de ces deux cadres, et l'on peut ainsi calculer la vitesse du projectile.

Bien que les enregistreurs de M. Marcel Deprez aient une marche extrêmement rapide et un retard de fonctionnement réduit à $\frac{1}{2000}$ de seconde, la précision demandée à l'appareil ne permet pas de négliger ce retard, et comme il est légèrement variable avec les conditions de l'expérience (nature et force des piles, résistance des circuits employés), il est nécessaire d'en tenir compte exactement dans chaque cas. L'appareil est disposé pour en donner la valeur par une opération très simple et avant le tir de chaque coup si l'on veut.

A cet effet, les fils électriques qui entourent les enregistreurs sont réunis, à leur sortie des électro-aimants, en un circuit commun qui aboutit à une règle métallique K, parallèle à la glissière qui guide le ruban. De cette règle, et par l'intermédiaire d'un ressort métallique L qui frotte sur la règle, le courant arrive dans une pièce M, solidaire du ruban et coulissant sur la règle. Sur cette règle est, en outre, incrustée une petite languette isolante M, en ivoire. Lorsque le canon recule, en entraînant le ruban et la pièce mobile M, les courants qui actionnent les enregistreurs, d'abord établis par le contact du ressort et de la règle métallique, sont rompus simultanément pendant le temps très court du passage du ressort sur la languette isolante; les plumes des enregistreurs tracent alors chacune un petit crochet, puis sont ramenées en place, au bout d'un temps très court, lorsque le ressort arrive de nouveau sur une partie métallique. Ce sont les signaux, ainsi tracés par les enregistreurs, qui font connaître le retard de fonctionnement propre à chacun de ces appareils.

On commence, dans une expérience préalable, par amener, à la main, le ruban et son curseur M dans une position telle que l'arête frottante du ressort arrive exactement sur la ligne de séparation de la languette isolante et de la règle métallique; à ce moment, les plumes des

enregistreurs tracent des traits transversaux qui indiquent la position géométrique exacte dans laquelle se trouve l'extrémité de chacune d'elles, lorsque la rupture du courant se produit.

Si, ensuite, on répète la même expérience de rupture des courants, en faisant mouvoir rapidement le ruban, il est évident qu'on obtiendra de nouveaux signaux, dont les traces ne coïncideront avec les précédentes que si les retards de fonctionnement des enregistreurs sont absolument nuls, car, s'il en est autrement, les plumes auront parcouru un certain espace entre le moment où le courant aura été rompu, par suite du passage du frotteur sur la languette isolante, et celui où elles se mettront en mouvement et, par conséquent, entre le moment où elles auront atteint la position de leurs premières traces et celui où elles en produiront de nouvelles. Dans la pratique, comme il est impossible de réaliser la construction d'un enregistreur dont le retard de fonctionnement soit nul, c'est toujours ce qui se produit, et l'on observe une distance appréciable entre les traces faites dans la première expérience et celles obtenues dans le mouvement rapide du ruban. Cette distance représente une durée qu'il est facile d'évaluer, puisque les traces laissées sur le ruban par la plume du diapason vibrant font connaître les durées correspondant à chaque déplacement linéaire de l'appareil.

Le retard de fonctionnement des enregistreurs dont il est ici question, est dû, d'une part, au retard de désaimantation des électro-aimants, et de l'autre, au retard de mise en marche des organes mécaniques qui commandent les plumes ; il est la somme de ces deux retards et peut s'appeler retard de déclanchement.

Avec la façon d'opérer indiquée plus haut, on a à tenir compte d'un autre retard de fonctionnement dû au temps nécessaire pour que les plumes des enregistreurs soient de nouveau mises en mouvement quand le courant se rétablit. Ce retard, qu'on peut appeler retard de renclanchement,

se compose du retard d'aimantation, toujours notablement plus grand que le retard de désaimantation, et aussi, comme précédemment, du retard de mise en marche des organes mécaniques qui actionnent la plume.

Lors du tir, les enregistreurs sont d'abord armés, et les plumes tracent chacune un trait d'une certaine longueur avant que le ressort arrive sur la languette isolante; au moment où il y parvient, les plumes tracent leurs traits de déclanchement; elles restent déclanchées tant que le ressort porte sur la partie isolante; au moment où le courant se rétablit, les enregistreurs s'arment de nouveau automatiquement et les plumes tracent leurs traits de renclanchement; il faut qu'elles aient repris complètement leur première position avant que le projectile rencontre le premier des interrupteurs placés sur son passage.

Si ce premier interrupteur est, par exemple, placé à la bouche de la pièce, on voit qu'il faut que la somme des retards de fonctionnement de l'enregistreur correspondant, c'est-à-dire la somme du retard de déclanchement et du retard de renclanchement, augmentée de la durée de l'interruption du courant, due au passage du ressort frotteur sur la languette isolante, soit inférieure à la durée du trajet dans l'âme.

Cette durée du trajet, dans un canon de campagne, pouvant elle-même être très-peu supérieure à un demi-centième de seconde, on voit avec quelle rapidité doivent pouvoir fonctionner les enregistreurs, pour avoir le temps de donner le premier signal destiné à faire connaître leur retard et de se trouver prêts à fonctionner de nouveau pour signaler le passage du projectile.

Les enregistreurs du système imaginé par M. Marcel Deprez satisfont à cette condition; on peut arriver à en construire dont la marche est tellement rapide, que, placés dans le circuit d'un diapason entretenu électriquement et donnant 1 000 vibrations simples à la seconde, ils peuvent indiquer chacune des 500 ruptures et des 500 fer-

metures de signaux opérées par seconde par ce diapason, et montrer, par les traces obtenues, que leurs armatures ont encore le temps de rester en repos pendant une durée appréciable entre chacun des mille signaux.

Mais on peut aussi, avec le vélocimètre, employer des enregistreurs moins parfaits et ne pas s'imposer l'obligation de leur faire donner les tracés destinés à la mesure des retards, pendant le recul même de la bouche à feu.

On peut, en effet, tirer le ruban à la main, avec une vitesse suffisante, dans une opération préalable et en faisant marcher le diapason. On obtient ainsi des tracés qui renferment les éléments nécessaires pour la détermination des retards de déclanchement, et l'on peut alors, dans le tir, éviter de produire la rupture mécanique et simultanée des courants. On attache, dans ce cas, le fil de retour commun à la grosse borne qui se voit à la gauche de la glissière, près de l'extrémité de la planchette de support, et l'on évite ainsi de faire passer le courant par le frotteur à ressort.

Les enregistreurs restent donc alors constamment armés jusqu'au moment où ils doivent donner leurs signaux respectifs, et l'on n'a plus à se préoccuper de l'obligation de ne faire produire le premier signal qu'après un temps suffisant pour que ces enregistreurs aient pu fonctionner une première fois et reprendre leur position d'attente. On peut même faire alors usage d'enregistreurs qui ne se réarment pas automatiquement, enregistreurs qui sont beaucoup plus faciles à construire et à manier.

L'écartement des signaux successifs des enregistreurs est lu au moyen de l'appareil micrométrique qui sert également à faire les lectures du tracé du diapason; on compte, en même temps, le nombre de vibrations du diapason comprises dans l'intervalle, et on mesure la longueur des vibrations extrêmes, qui correspondent aux signaux, de façon à pouvoir tenir compte des fractions de ces vibrations. On détermine ainsi les durées correspon-

dant aux différents signaux des enregistreurs et l'on en retranche le retard propre à chacun d'eux.

L'appareil permet facilement d'apprécier le cent-millième de seconde, mais les variations des retards des enregistreurs pouvant atteindre le cinquante-millième de seconde, on ne peut, en réalité, compter sur une approximation supérieure à cette dernière valeur.

Dans l'expérience faite sur le canon de 24 centimètres, modèle 1870, dont les données numériques ont été indiquées précédemment, on a obtenu les résultats suivants :

Durée du parcours du projectile dans l'âme, $0^{s},01124$.

Durée du parcours depuis la bouche de la pièce jusqu'au premier cadre, situé à une distance de 33 mètres, $0^{s},07305$.

Durée du parcours depuis le premier cadre jusqu'au second cadre, situé à 83 mètres de la pièce, $0^{s},1127$.

On déduit de ces valeurs que la vitesse du projectile était à 16 mètres de la bouche à feu $451^{m}2$, et à 78 mètres $443^{m},2$.

L'appareil peut évidemment servir à étudier la loi du mouvement de tout corps qui reçoit une brusque impulsion : on pourra donc l'appliquer, par exemple, à la détermination de la loi de détente d'un ressort rendu subitement libre, à celle de la loi du mouvement du piston d'une machine à gaz lancé par l'explosion d'un mélange détonant, à celle encore de l'étude du mouvement d'un marteau-pilon; on pourra l'employer aussi à l'étude des mouvements provoqués par des moteurs animés, et il permet facilement, par exemple, d'enregistrer la loi du mouvement qu'un homme peut imprimer au ruban, en opérant sur lui une brusque traction avec la main.

J'ai appliqué récemment ce même appareil à l'étude de la loi du mouvement d'un piston, à joint hermétique, pénétrant sous l'action du choc produit par la chute d'un poids, dans un corps de pompe cylindrique et plein d'air.

Des appareils récemment construits, en vue de la déter-

mination des pressions développées dans l'âme des bouches à feu, pendant le tir, peuvent permettre, dans cette même expérience, de déterminer à chaque instant la pression développée par la compression de l'air; on peut donc, par la combinaison des deux appareils, déterminer simultanément le volume auquel l'air se trouve réduit à chaque instant, et la pression instantanée correspondante; c'est une expérience qui me paraît avoir une certaine importance, au point de vue de la vérification de quelques-unes des lois de la théorie mécanique de la chaleur et de l'étude des lois de déperdition de la chaleur par les enveloppes métalliques, et je me permets de la signaler aux physiciens qui s'occupent spécialement de ces questions.

II.

SUR UN APPAREIL DESTINÉ A ENREGISTRER LA LOI DU MOUVEMENT D'UN PROJECTILE, SOIT DANS L'AME D'UNE BOUCHE A FEU, SOIT DANS UN MILIEU RÉSISTANT.

On cherche depuis longtemps le moyen de déterminer la loi du mouvement d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu, afin d'en déduire la loi des pressions développées par la combustion de la charge, loi dont la connaissance permettrait d'améliorer le mode de construction des pièces et le mode de fabrication et d'emploi des poudres.

Les procédés qu'on a tenté d'employer pour obtenir ce résultat ne donnent qu'avec de grandes difficultés un petit nombre de points de la courbe des espaces parcourus par le projectile en fonction des temps, et ils exigent le tronçonnage ou la perforation des parois de la pièce; par suite, ils ne sont pas applicables à l'étude des nouvelles pièces de gros calibre, dont le prix de revient atteint une valeur considérale.

J'ai récemment réussi, par un procédé nouveau et sans toucher en rien à la pièce, à obtenir la loi du mouvement

du projectile au moyen d'un mécanisme logé dans l'intérieur de ce dernier et qui enregistre automatiquement les valeurs des espaces parcourus pendant une longue série de durées successives, égales chacune à une fraction très petite de seconde, fraction que j'ai pu faire descendre jusqu'à $\frac{1}{1000}$.

Ce mécanisme se compose simplement (pl. X, fig. 5) d'une tige métallique, à section carrée, placée dans l'axe du projectile et qui sert de guide à une masse mobile. Cette masse porte un petit diapason vibrant dont les branches se terminent par deux petites plumes métalliques qui laissent les traces de leur passage sur l'une des faces de la tige, recouverte, à cet effet, de noir de fumée.

Cette masse est amenée, avant le tir, contre la face antérieure du projectile, et les branches du diapason sont alors maintenues écartées par l'introduction d'un petit coin qui est fixé sur la tige.

Au moment du tir, la masse, par son inertie, tend à rester en place; le projectile se déplace brusquement en entraînant la tige; il arrache ainsi le coin et détermine la mise en vibration du diapason, dont les plumes tracent sur le noir de fumée deux courbes sinusoïdales symétriques.

En déplaçant à la main, avant le tir, la masse mobile le long de la tige, mais laissant alors le diapason au repos, on a préalablement tracé deux droites parallèles qui constituent les axes ou médianes de ces traces sinusoïdales.

Les intersections de l'une quelconque des deux courbes avec la ligne médiane correspondante font connaître les positions relatives du projectile et de la masse inerte au bout de chacun des intervalles de temps égaux qui représentent les vibrations du diapason.

Il est facile de démontrer que, par suite de l'extrême rapidité du mouvement imprimé au projectile, la masse inerte ne peut se déplacer dans l'espace que d'une quantité négligeable sous l'influence du frottement et des résis-

tances passives qui peuvent tendre à l'entraîner en avant pendant le temps que le projectile met à se déplacer de sa propre longueur, temps qui n'atteint pas un centième de seconde. Par suite, le mouvement relatif de la masse inerte, enregistré par le diapason, peut être considéré comme exactement égal, en sens inverse, au mouvement du projectile que l'on veut déterminer.

Tout le mécanisme est disposé d'ailleurs de façon à pouvoir tourner autour de l'axe de la tige centrale, dont les extrémités forment tourillons; par conséquent, il ne participe pas au mouvement de rotation imprimé au projectile par les rayures, et l'on évite ainsi les effets perturbateurs qui seraient dus à cette rotation.

Les premiers essais de projectiles enregistreurs de ce genre ont eu lieu le 25 mars de cette année, au champ de tir de la poudrerie de Sevran-Livry, où les projectiles sont dirigés dans des chambres à sable qui permettent de les recueillir facilement. On a opéré avec le canon de 24^{c} (modèle 1870) de la marine et des projectiles cylindriques du poids réglementaire de 144 kil.

La résistance qu'il était nécessaire de laisser aux parois pour éviter des ruptures dans les chambres à sable n'a pas permis de donner à ces projectiles une longueur supérieure à $0^{m},60$ et de laisser, par suite, une course libre de plus de $0^{m},40$ à la masse inerte; dans un tir horizontal sur une plage unie, il serait possible de dépasser beaucoup cette limite.

Les diapasons employés dans ces expériences donnaient environ 3000 vibrations par seconde; on a tiré aux charges de 14 kil., 21 kil. et 28 kil. de poudre, imprimant aux projectiles des vitesses respectives de 300 mètres, 370 mètres et 440 mètres; la dernière charge est la charge réglementaire. On a obtenu des tracés très nets et très réguliers dont un spécimen est donné par la figure ci-jointe (fig. 9) pour la charge de 28 kil.

Ces tracés, relevés au microscope, ont permis d'obtenir,

pour chacun, une vingtaine de points de la courbe des espaces parcourus par le projectile en fonction des temps, sur une longueur de $0^m,40$ environ. De cette courbe on a pu déduire, suivant la méthode connue, la courbe des vitesses acquises et la courbe des forces accélératrices en fonction des temps.

En supposant connues les résistances passives dues aux rayures et au forcement dans l'âme, résistances que l'on peut déduire d'expériences spéciales, on peut donc déterminer, par ce procédé, la loi des pressions développées par les gaz de la poudre sur le culot des projectiles en fonction des temps [1]. Ces mesures ne s'appliquent qu'à la première partie du parcours dans l'âme; mais c'est cette partie qui présente le plus d'intérêt, car c'est celle pendant laquelle les poudres développent les effets qui les caractérisent. J'indiquerai d'ailleurs plus loin le moyen d'obtenir la loi du mouvement sur une plus grande longueur.

Le succès de ces expériences m'a conduit à appliquer le même système à la mesure de la loi du mouvement d'un projectile dans un milieu résistant, comme un massif en terre ou même une muraille cuirassée.

Si l'on tire un projectile muni du mécanisme enregistreur qui a été décrit plus haut, mais en prenant la précaution de placer ce mécanisme à l'arrière et non à l'avant, la masse inerte reste appliquée contre le culot tant que le projectile éprouve une accélération dans son mouvement; mais, aussitôt que le mouvement devient retardé, la masse, en vertu de son inertie, prend, par rapport à la tige qui la guide, un mouvement propre dont le diapason, rendu libre à cet instant même, enregistre la loi.

---

[1] M. Le Roux a, depuis longtemps, proposé de loger dans un projectile un mécanisme spécial, destiné à enregistrer directement les pressions développées sur le culot de ce projectile en différents points de son parcours dans l'âme.

Ce n'est que par suite de l'impossibilité de réaliser actuellement les installations nécessaires pour recueillir un semblable projectile après le tir, sans en détériorer les organes, que j'ai été conduit à me contenter de l'enregistrement de la loi du mouvement au lieu de l'enregistrement direct de la succession des pressions.

Si l'on munit cette masse d'une goupille de sûreté suffisamment résistante pour que son déplacement ne soit pas provoqué, par la simple résistance de l'air, à une faible distance de la bouche à feu, on arrive à la faire mettre en marche au moment où le projectile éprouve une brusque résistance, en pénétrant, par exemple, dans une chambre à sable.

L'expérience a été faite, dans ces conditions, le 15 mai dernier, à la poudrerie de Sevran-Livry, au moyen de projectiles de $0^m,10$, du poids de 12 kil., munis de mécanismes enregistreurs dont le diapason donnait 6000 vibrations par seconde; ces projectiles arrivaient dans la chambre à sable avec une vitesse de 270 mètres [1].

Les tracés obtenus sont très satisfaisants, mais moins nets que dans le cas de l'enregistrement du mouvement dans l'âme, ce qui s'explique aisément (fig. 10).

Ces tracés ont permis de déterminer les espaces parcourus par le projectile en fonction des temps à partir de son arrivée dans la chambre à sable et d'en déduire la vitesse perdue, et par conséquent la résistance opposée à chaque instant par le sable. Il est à remarquer que, contrairement à ce qui se passe lors du parcours dans l'âme, le projectile enregistreur fait connaître la loi de son mouvement, dans le cas actuel, sur un parcours plus grand que la longueur de la course laissée à la masse inerte. Cela tient à ce que cette masse n'est plus ici immobile dans l'espace, mais est, au contraire, animée, comme le projectile lui-même, d'une très grande vitesse à son arrivée dans le sable, de sorte qu'elle continue à avancer pendant que se produit le déplacement relatif du projectile.

---

[1] Ces tirs ont eu lieu en présence de M. Berthelot, membre de l'Institut et président de la Commission des substances explosives, ainsi que de M. le général Frébault, dont l'appui et la confiance m'ont toujours soutenu dans mes recherches et m'ont assuré les ressources nécessaires pour leur exécution.

Les appareils avaient été préparés par M. le garde d'artillerie Létard, dont l'active et intelligente collaboration m'a été d'un grand secours, tant pour la création même des appareils, dont plusieurs détails lui sont dus, que pour l'exécution des expériences et des longs calculs qu'elles exigent.

Dans les essais effectués, avec un projectile qui ne laissait à la masse inerte qu'une course libre de $0^m,20$ environ, le mouvement s'est trouvé enregistré sur un parcours de près de $0^m,80$ dans le sable, ce qui correspondait, dans les conditions de l'expérience, à une perte de vitesse de 100 mètres environ.

La réussite de ces essais donne la certitude de pouvoir enregistrer la loi du mouvement d'un projectile au travers d'une muraille cuirassée et de pouvoir, par suite, déterminer le temps nécessaire pour traverser une semblable muraille et la résistance qu'elle oppose à chaque instant; ces données seront d'une grande importance pour les ingénieurs chargés de la construction des navires comme pour les artilleurs chargés de les attaquer par le canon.

La remarque faite précédemment sur la cause qui permet au projectile enregistreur, pénétrant dans un milieu résistant, d'enregistrer la loi de son mouvement, sur un parcours supérieur à sa propre longueur, donne le moyen de construire un projectile qui, sous une longueur réduite, permettra d'enregistrer la loi de son mouvement sur le parcours entier de l'âme. Il suffira, en effet, d'imprimer à la masse inerte une vitesse propre, dans le sens du mouvement, pour accroître l'espace parcouru par le projectile pendant le temps que cette masse mettra à franchir l'espace libre qui lui est laissé.

On réalisera aisément cette conception en plaçant dans l'axe du projectile une tige, à double nervure, guidant deux masses indépendantes qui seront pourvues chacune d'un diapason enregistreur. Ces deux masses seront placées, avant le tir, à l'avant du projectile; l'une, laissée entièrement libre, se mettra en mouvement dès le premier déplacement de ce dernier et enregistrera la loi du début de son parcours.

La seconde masse sera maintenue par un arrêt qui sera brusquement enlevé par l'effet même du choc produit par l'arrivée de la première masse à l'extrémité de sa course.

Cette seconde masse commencera donc son mouvement relatif au moment où elle possède déjà, en commun avec le projectile, une vitesse très grande, vitesse que le tracé donné par le premier diapason permet de connaître exactement. Le deuxième diapason viendra ainsi relayer le premier et fera connaître la loi du mouvement du projectile sur un nouveau parcours, qui sera beaucoup plus grand que le précédent.

L'emploi de diapasons disposés de façon à se relayer, comme il vient d'être dit, permettra également d'enregistrer le mouvement retardé du projectile dans l'air et de mesurer, par suite, la résistance de l'air dans le voisinage immédiat de la bouche à feu, et peut-être même sur un parcours assez long; mais, pour que l'enregistrement de la loi du mouvement puisse s'étendre sur une portion notable de la trajectoire du projectile, il sera sans doute nécessaire de compléter l'appareil par un dispositif qui ralentisse, dans une proportion connue, le mouvement de la masse inerte, ainsi qu'avait proposé de le faire M. le commandant Florentin, dans un projet déjà ancien [1], de projectile enregistreur destiné à l'étude de la résistance de l'air.

---

[1] Mémoire de M. le lieutenant *Florentin* sur l'*Étude expérimentale du mouvement des projectiles dans l'air*, 10 novembre 1861. — (*Archives de l'artillerie*, — 1862.)

Nous allons décrire rapidement, d'après ce mémoire, le procédé imaginé en 1861 par M. le lieutenant Florentin, après avoir exposé le principe sur lequel il repose.

Imaginons qu'on tire un projectile creux contenant une masselotte qui peut se mouvoir suivant l'axe de l'obus. Le choc au départ applique cette dernière contre le culot; mais dès que le projectile sort de la bouche à feu, la résistance de l'air fait décroître *très rapidement* la vitesse de l'obus, tandis que la masselotte, conservant la sienne, vient *brusquement* se jeter sur la base de l'ogive et y reste appliquée pendant tout le parcours de l'obus en y exerçant une certaine pression. Admettons que le poids de la masselotte soit 1/4 du poids total. Comme elle participe au mouvement général, la force qui agit sur elle pour retarder son mouvement sera à chaque instant 1/4 de la résistance de l'air qui retarde le mouvement général. Cette force n'est autre que la pression de la tête de l'ogive sur la masselotte.

Interposons maintenant un ressort (fig. 1) entre la masselotte et l'ogive, et tirons de nouveau le projectile.

Au début, les choses se passeront exactement comme nous l'avons indiqué plus haut; mais dès que la masselotte sera appliquée contre l'ogive en comprimant le ressort, la force retardatrice de son mouvement se composera : 1° de la poussée du ressort, 2° de la pression de l'ogive sur la masselotte, la somme des deux étant toujours 1/4 de la résistance de l'air sur l'obus. Cette résistance diminuant constamment, et la première composante étant fixe tant que la masselotte ne bouge pas, la seconde composante diminue constamment jusqu'à devenir nulle. Il y a alors équilibre entre

la tension du ressort et le 1/4 de la résistance de l'air. A partir de ce moment, la tension du ressort devient prédominante et donne à la masselotte un mouvement rétrograde. Le ressort a été choisi de manière que ce mouvement soit très-lent. Il résulte de cette lenteur même que la force qui donne lieu à ce mouvement est très faible et qu'on peut, en la négligeant, considérer en pratique, la tension du ressort comme faisant à chaque instant équilibre au 1/4 de la résistance de l'air. On aura donc une évaluation de cette résistance si, d'une part, on a taré la tension du ressort pour chacune de ses positions, et que, d'autre part, on puisse connaître la position du ressort à un moment quelconque de la trajectoire de l'obus. (Un calcul trop complexe pour être exposé ici permet d'arriver au résultat sans rien négliger.)

Les tensions du ressort peuvent être mesurées facilement. Le procédé suivant permet de connaître sa position en un point quelconque de la trajectoire :

Le projectile (fig. 1 et 2) est percé sur le côté d'un trou conique contenant une lentille, à travers laquelle peuvent passer les rayons solaires pour aller impressionner une plaque daguerrienne *i i'*.

On avait préalablement constaté que les plaques daguerriennes étaient insensibles à une action relativement courte de la lumière diffuse, et qu'un rayon solaire direct agissant pendant moins d'un millième de seconde déterminait un point noir très net.

Le projectile est lancé dans un plan sensiblement perpendiculaire à la projection horizontale du rayon solaire. Ce dernier entre une fois dans le cône à chaque tour du projectile et impressionne la plaque sur laquelle il marque un point noir par tour (fig. 2).

De la position de ces points successifs sur la plaque, on pourra déduire pour chacun d'eux la position du ressort et par

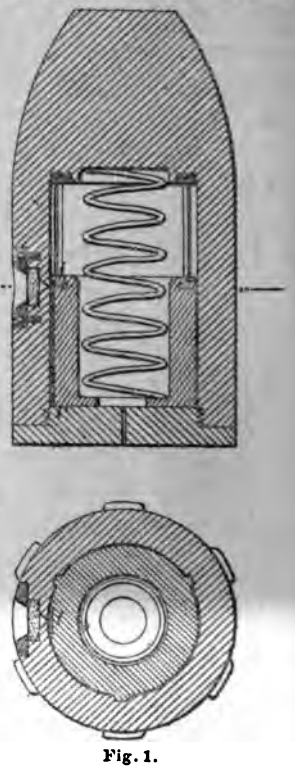


Fig. 1.

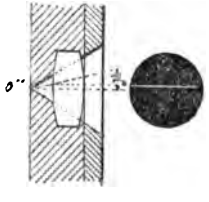


Fig. 3.

conséquent sa tension, d'où la résistance de l'air en fonction du temps.

L'étude du mouvement de précession peut se faire d'une manière fort ingé-

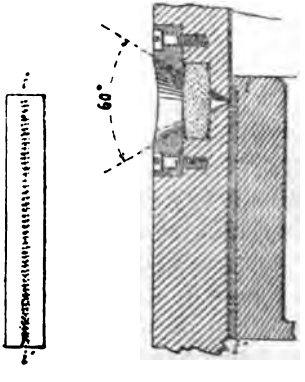


Fig. 2.

nieuse : On bouche la base du trou conique (fig. 3) avec une rondelle opaque percée d'une fente excentrique déterminant avec le sommet du cône un plan incliné à *n* degrés sur son axe. Un rayon solaire incliné à *n* degrés sur cet axe peut seul impressionner la plaque si l'on tire dans un plan exactement perpendiculaire à la projection horizontale des rayons solaires. On aura donc sur la plaque un point noir au moment où l'axe du projectile aura dévié de *n* degrés. En perçant sur un même projectile une fenêtre conique destinée à déterminer son mouvement en fonction du temps (fig. 1) et plusieurs autres munies de rondelles à fentes indiquant des déviations successives de l'axe de 1°, 2°, 3°, etc., on aura les différentes positions de l'axe en fonction du temps.

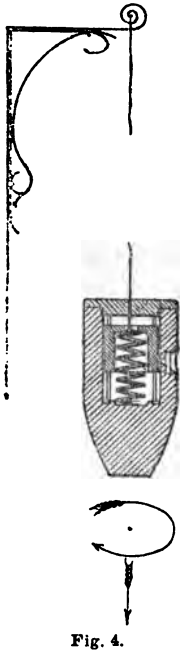


Fig. 4.

En raison des difficultés pratiques et des lenteurs que paraissait devoir présenter l'étude proposée dans le tir avec un canon, l'auteur n'obtint pas le moyen d'entreprendre des expériences complètes et dut s'en tenir à des essais préliminaires sur la chute verticale, essais beaucoup plus simples, moins onéreux, et qui avaient été faits de la manière suivante :

Le projectile, suspendu à un fil (fig. 4), recevait tout d'abord un mouvement de rotation déterminé autour de son axe. La masselotte était à l'arrière, le ressort détendu. On coupait le fil, la résistance de l'air retardait la marche de l'obus, la tension du ressort retardait celle de la masselotte de manière à donner lieu à un mouvement relatif très lent de cette dernière. Les rayons solaires venaient impressionner la plaque à chaque tour de l'obus.

On voit, d'après ce qui précède, la différence des procédés imaginés par M. le colonel Sebert et par M. le commandant Florentin pour arriver à la réalisation d'une idée commune : la détermination des lois du mouvement du projectile par l'inscription automatique du mouvement relatif d'une masse indépendante.

La méthode du lieutenant Florentin permettait de déterminer le mouvement dans l'air, celle du colonel Sebert permet de déterminer à la fois le mouvement dans l'âme, dans l'air et dans un milieu résistant quelconque.

(*N. d. l. R.*)

LÉGENDE DE LA PLANCHE X.

Vélocimètre (fig. 1 à 7).

Les mêmes lettres représentent les mêmes objets sur les fig. 1, 3, 4, 5, 6 et 7 ; la fig. 2 seule a des notations différentes.

Fig. 1. Vue perspective de l'appareil.

Fig. 2. Vue d'ensemble de l'appareil disposé pour la mesure du recul d'un canon de campagne.

A, supports placés à proximité de la bouche à feu.

B, planchette sur laquelle est monté l'appareil.

C, point d'attache du fil d'acier relié au ruban.

D, fils électriques se rendant aux interrupteurs.

E, fils électriques pour l'entretien du mouvement du diapason.

F, fils du courant électrique aboutissant aux électro-aimants du diapason.

f, bornes d'attache de ces fils, montées sur une plaque isolante en ivoire.

G, enregistreurs électriques au nombre de trois sur l'appareil.

g, arbre horizontal à manette sur lequel sont montés les enregistreurs ; il tourne à frottement dur dans ses colliers et peut être maintenu fixe au moyen de la vis de pression *v'*.

H, fils d'arrivée des courants électriques aboutissant aux enregistreurs.

H', fil de retour du même courant.

h, bornes d'attache de ces fils sur la planchette.

h', borne d'attache du circuit commun de retour.

K, règle métallique faisant partie du circuit commun de retour et servant à la mesure des retards de fonctionnement des enregistreurs.

k, vis de pression servant à fixer cette règle qui est amovible pour faciliter le transport de l'appareil et qui s'engage dans une glissière *k'*.

M, pince isolante en ivoire qui est reliée par une vis de serrage au fil d'attache du ruban noirci et qui porte un ressort métallique frottant sur la règle.

m, borne d'attache du fil de retour pour la mesure des retards des enregistreurs.

m', borne d'attache du même fil quand on ne veut pas mesurer les retards.

m'', ressort frotteur.

N, languette d'ivoire isolante interrompant les courants qui animent les enregistreurs lors du passage du frotteur sur sa surface.

T, spécimens des traces données par les enregistreurs et par le diapason dans une expérience de tir.

On distingue sur la trace laissée par la plume du diapason (trace ondulée placée au second rang à partir du haut et en retraite sur les autres traces), la position d'origine, marquée par un petit trait transversal, les ondulations successives marquant les parcours du ruban pendant la durée de chaque vibration, et la ligne médiane qui permet la mesure exacte de ces parcours.

Sur chacun des tracés des enregistreurs, on distingue l'origine,

la trace de rupture et la trace de fermeture du courant, lorsqu'il est interrompu par le passage lent du frotteur sur la languette isolante. On distingue également, sur chacun d'eux, sous forme de deux petites courbes dirigées en sens inverse et se terminant par de petites ondulations dues aux vibrations des plumes brusquement arrêtées, les traces qui donnent la mesure des retards de déclanchement et de renclanchement.

Sur la trace correspondant à l'enregistreur dont la borne porte le chiffre 3, on distingue le signal produit lors de la sortie du projectile.

Fig. 6 et 7. Vues en élévations longitudinale et latérale d'un enregistreur en vraie grandeur.

S, support de l'enregistreur.

s, pince avec vis de serrage permettant de le fixer sur l'arbre horizontal du vélocimètre.

T, électro-aimant.

t, armature légère reliée à l'arbre horizontal *t'* qui lui permet d'osciller, et qui porte la plume en acier *t''*.

V, vis butante limitant la course de la plume.

R, petit ressort à boudin tendant à arracher l'armature.

r, petit arbre portant à l'une de ses extrémités une bielle reliée au ressort ; à l'autre, un bouton moleté et tournant à frottement dur dans un collier. Cet arbre sert à régler la tension du ressort.

U, bornes d'attache des fils du circuit de l'électro-aimant montées sur une plaque isolante fixée sur le support.

Enregistreur de la loi du mouvement du projectile (fig. 8 à 10).

Fig. 8. Coupe du projectile et détail de la tige centrale.

Fig. 9 (Ech. $\frac{1}{2}$). Tir du 25 mars 1880. Charge 28 kil. Courbes données par le diapason n° 6 effectuant 3,073 vibrations.

Fig. 10 (Ech. $\frac{1}{2}$). Tir du 15 mai 1880. Charge, 1^k,200. Vitesse restante, 270 mètres. Courbes données par le diapason n° 10 effectuant 5,747 vibrations.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Allemagne : Projet de transformation des équipages de siège d'artillerie.—La construction et l'armement des forteresses actuelles ont nécessité des modifications considérables dans l'organisation des parcs de siège. Une commission spéciale étudie maintenant en Allemagne la question de savoir :

1° De combien de bouches à feu doit se composer l'ensemble des parcs de siège ;

2° Dans quelle proportion les canons de différents calibres doivent entrer dans la composition d'un parc de siège destiné à opérer soit contre une grande place de guerre, soit contre un fort ;

3° En combien de parcs doit-on répartir la totalité des pièces de siège.

Actuellement, comme on le sait, les parcs de siège de l'armée allemande renferment des canons de 15c frettés, en acier, des canons courts de 15c, des canons en bronze de 12c, des canons de siège de 9c, des mortiers rayés de 21c et des mortiers lisses de 15c. Parmi ces différentes bouches à feu, on ne conservera que le canon de 15c fretté, et on adoptera un canon lourd de 12c (1), un canon court de 15c, un canon court de 21c et des mortiers de 21c, de 15c et de 8c,8. Chacun des deux équipages de siège, composé de 400 bouches à feu, comprendra :

	40 canons de 15c frettés ;
	120 canons lourds de 12c ;
	20 canons courts de 21c ;
	80 canons courts de 15c ;
	40 mortiers de 21c ;
	60 mortiers de 15c ;
	40 mortiers de 8c,8.
Total.	400 bouches à feu.

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 621.

On retire complètement des parcs de siège le canon de 9c, auquel on substituera le canon lourd de campagne (8c,8). Le canon de 9c sera affecté à l'armement des places et employé comme pièce de flanquement, à la place de l'ancien canon lisse de 12c court. (*Journal d'artillerie russe.*)

Allemagne : Manœuvres d'artillerie à pied à Cologne. — Une grande manœuvre d'artillerie à pied doit avoir lieu à Cologne du 15 au 23 septembre, dans les nouveaux forts V et VI et aux environs de ces ouvrages. Doivent prendre part à cette manœuvre le 7e régiment d'artillerie à pied en entier (Cologne et Wesel), ainsi que les deux bataillons du 4e régiment de la même arme (Coblenz et Magdebourg).

Le commandement supérieur sera exercé par le chef de la 3e brigade d'artillerie à pied, colonel Sallbach.

(*Revue militaire de l'étranger.*)

Allemagne : Fortifications de Graudenz. — D'après un ordre du ministre de la guerre, on ne continuera pas le démantèlement de Graudenz; il serait question d'utiliser les anciennes fortifications de cette ville pour concourir, avec une tête de pont qu'on doit construire, à la défense d'un pont de chemin de fer qui doit traverser la Vistule en cet endroit. (*Deutsche Heeres-Zeitung.*)

Allemagne : Adoption d'un canon de marine de 8c,7. — Projet d'adoption d'un canon-revolver. — Un ordre du cabinet, en date du 12 mai 1880, prescrit l'adoption pour l'artillerie de marine, d'un canon de 8c,7 (1), monté sur affût articulé et destiné au service à bord des bâtiments de guerre.

Le budget de la marine allemande pour 1880-1881 prévoit aussi l'adoption d'un canon-revolver que l'on emploierait spécialement pour repousser les attaques des bateaux-torpilles. On n'a encore fait choix d'aucune bouche à feu

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XIV, p. 501.

de ce type, mais différents modèles sont proposés, parmi lesquels on peut citer un canon-revolver de Krupp, composé de quatre canons ayant un calibre de 25^{mm} et lançant un projectile de 275 grammes à la charge de 50 grammes de poudre. (*Revue militaire de l'étranger.*)

Allemagne : Exercices spéciaux d'artillerie de côte. — Il a déjà été question à plusieurs reprises de la formation possible d'un régiment d'artillerie de côte, au moyen des 12 compagnies du 2e régiment et du 9e bataillon d'artillerie à pied; le premier régiment d'artillerie à pied devait cesser d'être employé à ce service (1).

Dans les *Jahresberichte* pour 1879, le lieutenant-colonel Lœbell constate que le 1er régiment d'artillerie à pied n'est plus exercé aux manœuvres et au tir des pièces de côte; il affirme, en outre, qu'il n'est pas question de créer de nouvelles compagnies d'artillerie à pied, pour remplacer celles qui sont affectées au service de la défense des côtes.

La *Gazette de Cologne* du 18 juin donne les renseignements suivants qui confirment et complètent ceux du colonel Lœbell :

« On aurait renoncé à créer un régiment spécial d'artillerie de côte; en outre, le 2e régiment d'artillerie à pied remplacerait le 1er régiment de la même arme dans le service de l'artillerie de côte; on sait, du reste, que l'instruction du 2e régiment a été déjà développée dans ce sens. L'année dernière, il a été fractionné en plusieurs détachements qui ont exécuté des tirs d'exercices, avec les pièces de côte, sur différents points du littoral prussien et poméranien. Ces exercices seront faits à l'avenir par le 2e régiment et le 9e bataillon d'artillerie à pied sur tout le littoral allemand de la Baltique et de la mer du Nord. Ces deux corps de troupe continueront à faire partie de l'artillerie à

(1) Voir *Revue d'artillerie*, t. XV, p. 98.

pied; il y aura pour eux une simple modification dans l'instruction spéciale de l'arme. »

(*Revue militaire de l'étranger.*)

Angleterre : Expériences d'artillerie à Shœburyness.— L'artillerie anglaise vient d'exécuter, au champ de tir de Shœburyness, des expériences dont le programme contenait le tir de bouches à feu de divers modèles. Le premier lord de l'Amirauté et le ministre de la guerre assistaient à cette séance, à laquelle ils avaient convié un grand nombre d'officiers des armées de terre et de mer, ainsi que les attachés militaires des gouvernements étrangers. Au moment où l'Angleterre entre dans une voie de transformation pour son matériel d'artillerie et renonce au chargement par la bouche pour adopter des canons se chargeant par la culasse, les expériences de Shœburyness présentent un intérêt particulier : on y a fait figurer en effet, à côté des pièces actuellement en service, quelques-unes des bouches à feu du nouveau système. Voici d'ailleurs, d'après le *Times* et le *Standard* du 22 juillet dernier, le compte rendu des différents tirs exécutés le 21 : nous suivons, ainsi que ces journaux, l'ordre même du programme.

Bouches à feu de siège. — Deux batteries armées de pièces de siège se chargeant par la bouche, ouvrirent le feu sur des cibles et des ouvrages en terre situés à une distance de 850 yards (777 mètres). Les calibres servis dans cette batterie étaient : les canons de 64, de 40 et de 25 livres, tirant tous trois à barbette, le premier lançant cinq obus de rupture, le second et le troisième cinq obus ordinaires armés de fusées percutantes ; puis quatre obusiers de différents calibres (8 pouces de 75 quintaux, 8 pouces de 46 quintaux, 6,6 pouces et 6,3 pouces), tirant également chacun cinq projectiles de rupture ou cinq obus ordinaires. Les résultats furent satisfaisants, bien que l'exécution de cette première partie du programme ait été un peu précipitée.

Bouches à feu de campagne et de montagne.— On tira comparativement les canons de 16, de 9 et de 13 livres se chargeant par la bouche, et les nouveaux canons de 13 livres de campagne et de 7 livres de montagne. On avait formé avec ces différentes bouches à feu une batterie de six pièces ; chacune d'elles devait tirer cinq shrapnels armés de fusées à temps.

Le canon de montagne [1], en acier, a un poids total de 400 livres (181,4 kil.); il peut se fractionner en deux parties pesant chacune 200 livres (90,7 kil.), le démontage et le montage durant un peu moins de deux minutes. La charge employée avec cette bouche à feu pèse une livre et demie (681 gr.), tandis que l'ancien canon de montagne du poids de 200 livres ne se tirait qu'à la charge de 12 onces (337 gr.) : les vitesses initiales atteignent respectivement, pour ces deux bouches à feu, 1 417 et 970 pieds (459,3 et 295,6 mètres). Le canon démontable a été employé en Afghanistan et en Cafrerie, l'autre en Abyssinie.

Quant au canon de 13 livres se chargeant par la culasse, il est formé d'un tube en acier revêtu d'un manchon en fer forgé qui s'étend depuis la culasse jusqu'en avant des tourillons. Son poids est de 8,5 quintaux (625 kil.), la longueur de l'âme est de 7 pieds (2^m,134) et son calibre de 3 pouces (76,2 millimètres) ; la chambre à poudre a un diamètre de 3,5 pouces (88,9 millimètres). Les rayures, au nombre de treize, sont à pas constant et à l'inclinaison de 1/30. On a choisi comme fermeture de culasse une vis à filets interrompus ; la lumière est percée à la partie supérieure et disposée de manière qu'on ne puisse pas mettre le feu à la pièce tant que la culasse n'est pas complètement fermée. La vitesse initiale est de 1 605 pieds (489,22 mètres) ; le tir du shrapnel est très-précis à la distance de 800 yards (731,5 mètres).

On passa ensuite au tir de la mitrailleuse Gatling, de

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, t. XI, p. 485, et t. XIV, p. 299 et 303.

0,45 pouce (11,4 millimètres). Cet engin est inférieur au modèle récemment construit par le Dr Gatling et les résultats ont montré qu'il y a lieu de le perfectionner. Le but, situé à une distance de 800 yards (731,5 mètres), se composait de trois rangées de panneaux. On avait placé sur les côtés des panneaux des cibles représentant des hommes isolés. On devait consommer deux fois le chargement du tambour à cartouches, qui en contient 240. Le tir ressembla d'abord au *feu de joie* d'une compagnie d'infanterie, mais il dut se ralentir au bout de 60 à 70 coups par suite d'une sorte d'enrayage du mécanisme : les 240 premières cartouches furent brûlées en deux minutes ; le second chargement du tambour fut vidé en beaucoup moins de temps. Une demi-douzaine d'hommes isolés étaient touchés : le centre des panneaux était criblé, on n'aurait pas pu trouver une place large comme la main qui ne fût touchée.

Tir contre une plaque métallique. — La cible était une des plaques fabriquées par la maison Cammel et Cie, de Sheffield. L'épaisseur totale était de 18 pouces ($457^{mm},2$); la plaque mesurait 7 pieds ($2^{m},134$) en hauteur, 9 pieds 6 pouces ($2^{m},895$) en largeur et pesait 23 tonnes 3 quintaux (23 150 kil.). La face antérieure était en acier, sur une épaisseur de 5 pouces (127 millimètres), la face postérieure en fer forgé sur une épaisseur de 13 pouces ($330^{mm},2$), la soudure des deux parties était invisible. On tira sur cette plaque, avec une pièce de 38 tonnes, un projectile Palliser du poids de 828 livres ($375^{k},6$) : la charge de poudre cubique de 1,5 pouce ($38^{mm},1$) dite modèle P_2 pesait 180 livres ($81^{k},65$), la distance était de 227 pieds ($69^{m},23$). La force vive du projectile atteignit 12 545 pieds-tonnes (3 826 tonnes-mètres). La plaque fut simplement repoussée contre le bâti qui la supportait ; elle présentait deux fissures horizontales, l'une à droite, l'autre à gauche du point d'impact du projectile qui s'était brisé au choc en chassant une partie de son ogive dans la plaque. La fissure de gauche n'atteignait pas le bord,

celle de droite était plus profonde et partait probablement du bord droit, mais un support empêchait de le constater. Il n'y a pas lieu de croire que la fissure ait pénétré plus profondément que l'acier et l'on peut dire qu'en somme la plaque a peu souffert.

La même pièce tira sur une plaque composée, de 16 pouces, (406^{mm},4) un projectile en acier et possédant une force vive de 12 547 pieds-tonnes; le projectile brisa complètement la plaque et se brisa lui-même dans l'intérieur. On a calculé qu'une plaque de fer de même épaisseur aurait été traversée par un projectile en fer possédant une force vive de 9 900 pieds-tonnes (3 019 tonnes-mètres).

Affûts à éclipse et canons lourds. On tira ensuite le canon rayé de 6,6 pouces se chargeant par la bouche (64 livres transformé); la pièce était montée sur affût de siège hydropneumatique Moncrieff. La charge était de 25 livres (11^{k},338) de poudre pebble; les cibles, sur lesquelles on tira cinq obus ordinaires, étaient placées à une distance de 1 500 yards (1 371^{m},6). Les résultats furent excellents et le canon se remit parfaitement en batterie.

Ce tir fut suivi de celui des canons lourds se chargeant par la culasse, destinés au service de la marine et construits à l'usine de sir W. Armstrong et Cie; les calibres expérimentés furent ceux de 6 pouces et de 8 pouces. Le canon de 6 pouces était monté sur l'affût Albini, qui remplit le même but que l'affût système Moncrieff; la longueur de la bouche à feu est de 167 pouces (4^{m},241); elle tira deux coups à la charge de 25 livres (11^{k},338) de poudre pebble et trois à la charge de 34 livres (15^{k},424), cette dernière devant être la charge de guerre. Le canon de 8 pouces était sur un affût marin; sa longueur est de 220,7 pouces (5^{m},59); on employa une charge de 90 livres (40^{k},82) pour lancer un obus Palliser de 184 livres (83^{k},46) contenant 3 livres (1^{k},361) de poudre. Le but se composait de deux cibles carrées de 6 pieds (1^{m},829) de côté; celle du canon de 8 pouces était placée à une dis-

tance de 1 600 yards (1 463 mètres); celle du canon de 6 pouces à 2 000 yards (1 829 mètres). Les vitesses initiales mesurées et les forces vives furent de 1 880 pieds (573 mètres) et 1 400 pieds-tonnes (427 tonnes-mètres) pour le canon de 6 pouces, de 2 000 pieds (610 mètres), et 3 800 pieds-tonnes (1 159 tonnes-mètres) pour celui de 8 pouces. Les résultats furent excellents.

On continua la séance par le tir de deux pièces de 38 tonnes; on se proposait de déterminer la rapidité du tir de ces bouches à feu en employant des modes de chargement différents; l'une était chargée à la main, l'autre à l'aide de la vapeur. Cette expérience n'a été que commencée et doit être reprise ultérieurement. Lorqu'on se sert de la vapeur, la charge même s'opère en 15 secondes; c'est le résultat que l'on a relevé pour 5 coups. On peut donc admettre qu'à bord, une pièce de 38 tonnes ainsi chargée peut tirer un coup par minute.

On tira, pour terminer les expériences, une pièce de 10 pouces se chargeant par la bouche, avec 44 livres (19^{k},954) de poudre pebble et un obus ordinaire pesant 398 livres (180^{k},55). Une cible carrée de 5 pieds de côté, placée à 1 000 yards (914 mètres), servait de but; bien qu'elle n'ait été touchée qu'une fois, on peut cependant dire que le tir a été satisfaisant.

(*Revue militaire de l'Étranger.*)

Angleterre : Dispositions nouvelles concernant la composition des batteries de montagne dans l'Inde. — L'artillerie européenne de l'armée des Indes se compose, comme on le sait, de batteries détachées d'Angleterre, et comprend de l'artillerie à cheval, de l'artillerie montée et des batteries de place. Une partie de ces dernières sont transformées en batteries de montagne ; afin de leur donner une organisation plus solide et mieux appropriée à leur destination, on a pris les dispositions suivantes :

a été décidé que les batteries de l'artillerie royale dé-

signées pour faire le service de batteries de montagne dans l'Inde seraient affectées en permanence à ce service pendant le temps qu'elles seraient détachées dans l'Inde. Les règles suivantes sont portées à la connaissance générale :

1° Les emplois d'officiers pour les batteries de montagne se donneront comme ceux de l'artillerie à cheval; on conservera à cet effet, aux *Horse-Guards*, une liste générale des candidats pour ces emplois, et c'est sur elle que l'on se basera pour les choix à faire lorsqu'il y aura lieu de remplir des vacances ;

2° Les officiers qui désirent être portés sur la liste devront transmettre leur demande par l'intermédiaire de leurs chefs; on y joindra des certificats constatant : *a*) leur activité physique et leur aptitude pour le service de montagne; *b*) leur manière de monter à cheval; *c*) la connaissance qu'ils ont des langues indigènes;

3° Les officiers nommés dans des batteries de montagne, après la publication du présent ordre, devront y rester jusqu'à ce qu'ils soient promus, à moins qu'ils ne donnent leur démission ou ne prennent leur retraite ;

4° Lorsqu'une batterie attachée à l'artillerie de montagne recevra l'ordre de rentrer en Angleterre, les officiers ne reviendront pas avec elle, à moins qu'ils ne le désirent; dans ce dernier cas, leur emploi dans l'artillerie de montagne deviendra vacant et de nouvelles nominations seront faites, d'après la liste des candidats ;

5° Lorsqu'une batterie attachée à l'artillerie de montagne devra, d'après son tour et conformément au règlement, être relevée et rentrer en Angleterre, elle ne sera pas remplacée par une batterie déjà stationnée dans l'Inde, mais par une des batteries venant de la mère patrie et spécialement désignée pour lui succéder. Cette batterie recevra les sous-officiers, les canonniers et les artificiers de la batterie relevée qui désireront rester dans l'Inde pour le service de l'artillerie de montagne et auxquels on reconnaîtra l'aptitude physique nécessaire ;

6° Dans le but de maintenir ces batteries complètement en état, on renverra dans les autres batteries de l'Inde les hommes qui deviendront trop lourds et inaptes au service de montagne, et le député-adjudant-général de cette colonie adressera à l'officier revêtu des mêmes fonctions en Angleterre, un état détaillé des besoins annuels de chaque batterie de montagne; les détachements destinés à ces batteries devront être choisis avec une attention spéciale, afin de n'y comprendre que des hommes présentant l'aptitude physique nécessaire pour le service de montagne.

(*Revue militaire de l'Étranger.*)

Angleterre : Emploi du charbon dans la construction des murailles cuirassées. — On a commandé à Sheerness une cible d'expériences formée d'une plaque de fer forgé de 1 pouce (25 millimètres) d'épaisseur, soutenue par une muraille de charbon de sept pieds. Cette cible, qui coûte 290 livres sterling (7 250 fr.), est destinée au polygone de Shœburyness; elle est construite de telle façon qu'on puisse augmenter ou diminuer à volonté l'épaisseur de la muraille de charbon en éloignant ou rapprochant les pièces de bois qui la soutiennent. Les expériences qu'on va entreprendre avec cette cible auront pour but de s'assurer si l'on peut se servir du charbon pour construire l'armure des garde-côtes.

(*Army and Navy Gazette.*)

Autriche-Hongrie : Modification de l'armement des ulans. — Le nombre des hommes armés de la carabine dans les régiments de ulans, qui était de 32 par escadron, vient d'être porté à 48 par une décision impériale en date du 24 mai. Par suite de cette modification, l'escadron de ulans, dont l'effectif, non compris les officiers et sous-officiers, trompettes, ordonnances d'officiers, est de 143 cavaliers, aura désormais 95 hommes seulement armés de

lance et 48 armés de la carabine, soit deux lances pour une carabine.

•

États-Unis : Rapport sur l'artillerie et les armes portatives. — Le rapport annuel du général Benêt, directeur de l'artillerie américaine, contient divers renseignements sur l'état de l'artillerie aux États-Unis. Les dépenses se sont élevées l'an dernier à 1 443 000 livres sterling.

Le général constate les progrès accomplis dans les arsenaux de Rak Island et de Benicia. Il demande des agrandissements pour ce dernier établissement. Un grand dépôt de munitions sera prochainement installé sur la côte de l'Atlantique.

Le crédit demandé pour l'armement des fortifications est de 950 000 livres. Les travaux qui ont été exécutés l'an dernier consistent principalement en différentes transformations de canons lisses en canons rayés d'un calibre inférieur. Les fonds demandés pour cette année serviront à transformer des canons se chargeant par la bouche en canons se chargeant par la culasse. Cette transformation envisagée déjà comme avantageuse en 1876, a paru cette année indispensable au général. Il a été vivement frappé par le danger qu'offrent les canons se chargeant par la bouche de pouvoir recevoir deux charges (explosion du Thunderer) (1), et par les résultats si remarquables obtenus par M. Krupp (expériences de Meppen) (2). Dans l'esprit du général, l'adoption de canons lourds se chargeant par la culasse n'est plus, pour les puissances européennes, qu'une question de temps.

Des expériences ont été entreprises sur le canon de campagne de 3 pouces. Ce canon, lorsqu'il a été chambré, donne des résultats très-satisfaisants : une vitesse initiale de 2 026 pieds (618 mètres), tandis qu'avec le canon régle-

(1) Voir la *Revue* du 15 mars.
(2) Voir la *Revue* du 15 mars. Le général Benêt expose en faveur du chargement par la culasse les mêmes idées que le général Younghusband, dans son rapport de 1879.

mentaire non chambré, on ne peut obtenir que 1 558 pieds (475 mètres).

Un canon de campagne en fer forgé a été transformé par le lieutenant-colonel Crispin en canon se chargeant par la culasse, les résultats de cette expérience ont été très satisfaisants, et on demande la construction d'une batterie de pièces semblables, afin de pouvoir les soumettre à des essais comparatifs plus étendus.

Le rapport du général exprime l'espoir de voir prochainement la fabrication de la poudre se perfectionner aux États-Unis et atteindre un développement qui permette à cette puissance de n'être plus obligée de recourir à l'étranger.

Au sujet des armes portatives, le général mentionne la fabrication de 20000 fusils Springfield. Des expériences comparatives faites avec ce fusil et le fusil Peabody-Martini ont fait constater l'année dernière la supériorité du premier aux distances ordinaires. Jusqu'à 1000 mètres la balle du Springfield, beaucoup plus légère que celle du Martini, a une vitesse beaucoup plus grande et une trajectoire plus tendue. Enfin, grâce « *au soin de la fabrication* [1] », on obtient un pour cent bien plus considérable à 1 500 yards qu'avec le Peabody-Martini. (*Army and Navy Journal.*)

Hollande : Adoption du revolver pour l'armement de l'artillerie montée et à cheval. — D'après le *Recueil militaire*, le ministre de la guerre considérant que le pistolet à âme lisse, dont sont armés le cadre et les hommes montés de l'artillerie montée et à cheval, constitue, ainsi que le sabre court des hommes à pied de l'artillerie montée, un armement insuffisant pour leur défense personnelle, a décidé, avec l'approbation du Roi, à la date du 15 mai dernier :

1° Que le cadre et *tous* les hommes des régiments montés et à cheval seront pourvus du revolver modèle de ca-

(1) Cette conclusion est attaquée par plusieurs organes de la presse américaine.

valerie (système Chamelot-Delvigne à 6 coups : calibre $9^{mm},4$; poids de la cartouche, 16 grammes; de la balle, $12^{gr},2$; de la charge, $0^{gr},6$);

2° Que le revolver sera porté dans un étui suspendu au côté droit du ceinturon; dans l'anneau du revolver passe un cordon faisant le tour du cou autour duquel il est serré par un passant, de façon à retomber devant le milieu de la poitrine; le cordon est rouge pour l'artillerie montée et jaune pour l'artillerie à cheval;

3° Que les cartouches d'approvisionnement seront renfermées dans les musettes pour les hommes montés, et dans une petite caisse accompagnant la pièce, pour les hommes non montés;

4° Que, pour permettre temporairement le placement de quelques cartouches nécessaires pendant le combat, on pratiquera une petite poche dans le côté inférieur de la jupe droite de la tunique, pour l'artillerie montée, tandis que l'artillerie à cheval les placera dans la giberne qui, à cet effet, recevra quelques modifications;

5° Que la giberne est, par conséquent, supprimée pour les hommes de troupe de l'artillerie montée;

6° Enfin que, dans le but de ne pas constamment charger l'homme dans les moments où l'usage du revolver n'est point immédiat, les fontes actuelles de pistolet seront disposées de façon à contenir le revolver.

(*Revue militaire de l'Étranger.*)

Italie : Nouvelle hausse proposée pour le fusil Vetterli. — Cette nouvelle hausse permettrait de viser jusqu'à 1 600 mètres. Les expériences auxquelles elle a donné lieu au 1er grenadiers ont montré qu'elle est à la fois très simple et très solide; son maniement est très-facile et les dégradations sont moins à craindre qu'avec la hausse réglementaire. On a employé deux espèces de crans de mire, l'un en forme de V, l'autre en forme de demi-cercle, ils ont donné des résultats presque identiques. (*Italia militare.*)

Suisse : Expériences de tir aux grandes distances. — La *Gazette de Cologne* du 20 juillet analyse un article publié dans le journal suisse de Winterthur sur les expériences de tir aux grandes distances qui ont été faites à Frauenfeld.

On tira, à 1 000 mètres, sur neuf panneaux de 20 mètres de largeur et de 1^{m},80 de hauteur. Ces panneaux, placés les uns derrière les autres, étaient séparés par des distances égales aux étendues des zones dangereuses correspondant à plusieurs lignes de mire, soit à 917, 939, 960, 980, 1 000, 1 019, 1 038, 1 056, 1 074 mètres. Les panneaux étaient donc établis sur une surface de 20 mètres de largeur et de 157 mètres de longueur, laquelle correspond à peu près au rectangle formé par le bataillon suisse quand il est placé en colonne serrée par section. On exécuta soit des feux individuels, soit des feux de salve en cinq séries. Les coups furent relevés et l'on trouva que sur 1 280 balles tirées, 1 224 balles touchèrent les cibles, soit 96,5 pour 100. Il va sans dire que le nombre des balles mises s'est trouvé grossi à cause des doubles empreintes. On constata également que les angles de chute accusés par l'expérience étaient plus petits que ceux donnés dans les documents officiels. Une conséquence à en tirer, c'est que les zones dangereuses sont, en réalité, plus étendues qu'on ne le pensait. Ces expériences ont fait ressortir l'utilité qu'il y aurait à soumettre les feux aux grandes distances à des études théoriques et pratiques plus complètes.

(*Revue militaire de l'Étranger*).

Suisse : Perfectionnements dans la fabrication de la poudre à fusil. — Les poudreries de Rottweil et de Dünneberg ont constamment travaillé à obtenir une poudre à fusil qui donnât de grandes portées en même temps que des écarts moyens aussi faibles que possible.

La densité gravimétrique de la poudre réglementaire varie entre 0,900 et 0,940 ; celle de la nouvelle poudre

de Rottweil est de 0,960. La densité du grain est de 1,61 pour la première et 1,75 pour la seconde.

La poudre Rottweil, employée à la confection d'une cartouche contenant une charge de 5 grammes et une balle de 25 grammes, a donné avec le fusil prussien une vitesse initiale de 488 mètres, tandis que la poudre réglementaire en Prusse n'a donné que 425 mètres.

On a exécuté récemment un tir comparatif avec des cartouches contenant la nouvelle poudre de Rottweil et avec les cartouches réglementaires.

On a tiré 50 cartouches contenant de la poudre Rottweil, savoir : 15 pour la mesure des vitesses initiales, 5 pour le tir d'épreuve, 30 pour le tir à 500 mètres. Le tableau suivant donne les vitesses initiales obtenues.

Vitesses initiales.

NUMÉROS des coups.	POUDRE réglementaire. Charge 3gr,6.	POUDRE ROTTWEIL.		
		Charge 3gr,65.	Charge 3gr,71.	Charge 3gr,90.
1	421,6	440,6	437,0	447,2
2	415,8	446,6	454,4	451,0
3	426,8	438,0	447,2	448,5
4	429,0	439,2	459,4	452,7
5	421,0	440,4	447,8	446,0
6	414,1	442,8	437,2	454,5
7	402,8	430,4	438,0	453,1
8	413,4	439,6	437,2	447,8
9	408,0	440,2	439,4	453,7
10	412,0	438,5	438,6	452,4
11	404,0	439,4	439,0	451,8
12	403,8	440,4	437,5	448,4
13	406,4	440,2	442,0	455,1
14	416,0	438,6	439,2	448,5
15	408,2	439,4	443,6	449,6
Moyenne . . .	413,7	439,6	442,5	450,7
Écart maximum	26,2	16,2	22,4	9,1

On voit que l'emploi d'une poudre plus dense a permis d'augmenter la charge et d'obtenir un tir plus satisfaisant; on a pu porter le poids de la poudre de 3gr,60 à 3gr,90.

On pense même, sans changer la balle ni l'étui, pouvoir gagner encore 37 mètres de vitesse initiale et arriver à 487 mètres.

La justesse du tir obtenue avec les cartouches Rottweil est supérieure à celle que donne la cartouche réglementaire. A 500 mètres, le tir de 30 cartouches a donné sur les cibles le résultat suivant :

		Cartouche Rottweil	Cartouche réglementaire.
Rectangle contenant 50 p. 100 des coups.	Hauteur.	22cm	39cm
	Largeur.	29cm	54cm

Récemment, M. Vetterli a soumis au conseil fédéral un projet de modification du fusil suisse dans le but d'augmenter la puissance balistique de cette arme. Il propose d'augmenter la chambre et d'y loger une cartouche à inflammation centrale différant de la cartouche réglementaire par les points suivants :

		Cartouche réglementaire.	Cartouche Vetterli.
Longueur totale de la cartouche . .	millim.	56	67
Charge	gr.	3,6	4,6
Longueur de la balle.	millim.	25	28
Poids —	gr.	20,2	23,5
Vitesse initiale.	mètr.	408	467

Cette transformation nécessiterait une dépense de 11 fr. par arme indépendamment de ce que coûterait la fabrication des nouvelles cartouches. Il est donc préférable de chercher l'amélioration du tir par des moyens moins onéreux. L'augmentation de la densité de la poudre semble atteindre le but qu'on se propose.

(*Zeitschrift für die Schweizerische Artillerie.*)

Le Gérant : CH. NORBERG.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XVI.

(AVRIL-SEPTEMBRE 1880.)

1re livraison. — Avril 1880.

Pages.

L'artillerie russe en 1880, extrait de la *Revue militaire de l'Étranger* 5

L'artillerie italienne (matériel de campagne), traduit de l'italien par le commandant V.-Ch. MICHEL (*suite*) 25

Mesure des distances dans les batteries de côte, par le commandant HEINTZ 60

Manœuvre de nuit de l'artillerie de forteresse russe à Bobrouisk, d'après le colonel A. BERLINSKYE ; traduit par le capitaine A. MÉERT 64

Expériences de tir avec les fusils autrichiens d'infanterie et de chasseurs modèles 1873-1877 et 1867 78

Progrès de la déphosphoration des fontes et des aciers, d'après les mémoires et comptes rendus des travaux de la SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS (*suite*). 91

Renseignements divers. — *Allemagne :* Canon long de 10c,5 de siège et de place, système Krupp. — Mortier Krupp de 15c. — Obusier de 15c de siège et de place système Krupp. — *Autriche-Hongrie :* Mise en service, dans les régiments d'infanterie, des fusils Werndl transformés. — *Espagne :* Étude d'un mortier rayé de 21c. — *Russie :* Adoption d'une modification au tracé intérieur des obus légers proposée par M. Babouchkine 105

Notice bibliographique. — Analyse de l'ouvrage : *le Développement de l'artillerie de côte et de marine en Allemagne, de* 1868 *à* 1878, du colonel H. MULLER, par le lieutenant DE RÉVIERS DE MAUNY 117

Nécrologie. — M. le chef d'escadron LE BIHANNIC DE TROMENEC. 127

2e livraison. — Mai.

Pages.

Considérations générales sur les obus à balles et sur les fusées à temps pour le tir des canons de campagne, par le colonel A. Mercier 129

L'artillerie russe en 1880, extrait de la *Revue militaire de l'Étranger* (*suite*) 189

Expériences sur les pressions dans les canons de fusil, par le colonel russe Kalakoutsky, résumé, d'après un mémoire de l'auteur, par le capitaine P. Ploix 201

Note sur l'exécution du tir en brèche à grande distance, par le capitaine Brongniart. 218

Description d'une cible roulante pour le tir sur un but mobile. 232

Note sur la *Mesure des distances dans les batteries de côte*, *du commandant* Heintz 234

Renseignements divers. — *Allemagne :* Canon de montagne démontable, Krupp, de 6c,5. — Création de quatre inspections de dépôts d'artillerie. — *Autriche-Hongrie :* Recherches relatives à la limite de tolérance dans le calibre des fusils. — Travaux de fortification à Pola. — Construction d'un canon de côte de 28c en bronze-acier. — *Italie :* Éclatement d'un canon de 100 tonnes Armstrong à bord du *Duilio*. 235

Notices bibliographiques 236

3e livraison. — Juin.

Historique des études faites à Calais sur les canons rayés de campagne. Troisième partie (suite); *Essais de* 1876 : *Adoption des canons de campagne modèle* 1877 249

Note sur l'emploi de la dynamite gelée, pendant les travaux exécutés à Saumur, par le capitaine d'artillerie G. Lebon 296

Progrès de la déphosphoration des fontes et des aciers, d'après les mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils (*fin*). 306

Renseignements divers. — *Allemagne :* Affût à pivot et bouclier système Krupp. — *Russie :* Adoption, pour les bouches à feu dont la lumière est dans le corps même de la pièce, de l'étoupille recourbée à friction, du système des généraux-majors Mine et Pletsof. — Fusée à temps mécanique de Berdan. . . 328

Notices bibliographiques 338

Nécrologie : M. le Général de brigade Fourgous 343

4e livraison. — Juillet.

Pages.

L'artillerie russe en 1880, extrait de la *Revue militaire de l'Étranger* (*suite*) 345

Compte rendu des expériences faites en Russie sur le tir à mitraille des canons de campagne modèle 1877, d'après le colonel CHKLARÉWITCH (extrait du *Journal d'artillerie russe*); traduit du russe par le capitaine d'artillerie A. MÉERT . . . 374

Réglage du tir des projectiles de campagne armés de fusées à temps. — 1° Note résumant la marche provisoire à suivre dans le réglage du tir fusant. (Cours pratique de tir d'artillerie de Bourges.) — 2° Note de M. le Commandant ROVEL pour le réglage du tir des projectiles armés de fusées à temps . . . 387

Description des principales expériences exécutées en Suisse en 1877 et 1878 397

Notice bibliographique. — *Études sur la tactique de l'artillerie de campagne,* de A. VON SCHELL, lieutenant-colonel de l'artillerie prussienne ; traduction française du major belge C. CAPETTE 420

Renseignements divers. — *Allemagne :* Tir à shrapnels avec le canon de montagne Krupp de 7c,5. — Forts de Metz. — Nouvelle substance explosive. — *Angleterre :* Le canon de 13 livres. — Expériences de tir contre une plaque mixte Cammell et Wilson. — Nouvel obus Palliser pour le canon de 38 tonnes. — Nouveaux canons se chargeant par la culasse. — *Autriche-Hongrie :* Armement de la garnison de Vienne avec le fusil Werndl transformé. — *Hollande :* Essais d'obus de rupture pour le tir contre les cuirasses. — *Italie :* Armement de l'*Italia* et du *Lepanto*. 443

Nécrologie. — M. le chef d'escadron CARÉ 456

5e livraison. — Août.

Résumé des principales expériences exécutées par l'artillerie autrichienne en 1879 457

Étude sur les équipages de pont étrangers, par le lieutenant d'artillerie-pontonniers CH. ANTOINE 481

Artillerie italienne (matériel de campagne, *suite*) 491

Renseignements divers. — *Allemagne :* Transformation du fusil modèle 1871 en arme à répétition. — *Suisse :* Emploi de pétards pour les instructions pratiques sur le réglage du tir . 517

Notices bibliographiques 526

6e livraison. — Septembre.

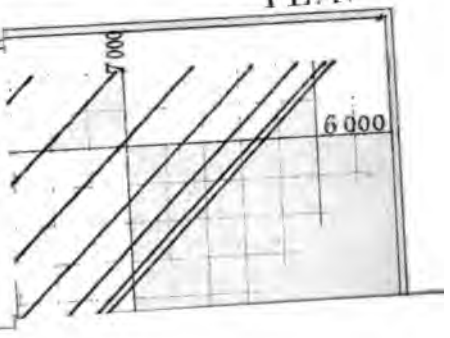
L'artillerie russe en 1880, extrait de la *Revue militaire de l'Étranger* (*suite*) 545
Mémoire sur la fabrication industrielle de la dynamite, par MM. Boutmy et Faucher, ingénieurs des poudres et salpêtres. 581
Note sur un système de téléphonie volante employé au Cours pratique de tir de l'artillerie à Bourges. 591
Appareils balistiques du lieutenant-colonel Sebert 599
Renseignements divers. — *Allemagne :* Projet de transformation des équipages de siège d'artillerie. — Manœuvres d'artillerie à pied à Cologne. — Fortifications de Graudenz. — Adoption d'un canon de marine de 8c,7 ; projet d'adoption d'un canon-revolver. — Exercices spéciaux d'artillerie de côte. — *Angleterre :* Expériences d'artillerie à Shœburyness. — Dispositions nouvelles concernant la composition des batteries de montagne dans l'Inde. — Emploi du charbon dans la construction des murailles cuirassées. — *Autriche-Hongrie :* Modifications de l'armement des ulans. — *États-Unis :* Rapport sur l'artillerie et les armes portatives. — *Hollande :* Adoption du revolver pour l'armement de l'artillerie montée et à cheval. — *Italie :* Nouvelle hausse proposée pour le fusil Vetterli. — *Suisse :* Expériences de tir aux grandes distances. — Perfectionnement dans la fabrication de la poudre à fusil 621

PLANCHES.

I. Mesure des distances dans les batteries de côte.
II et III. Expériences de tir d'infanterie en Autriche.
IV. Expériences du colonel russe Kalakoutsky sur les pressions dans les canons de fusil.
V. Canons des systèmes de Bange et de Lahitolle, expérimentés en 1876.
VI. Canons de campagne, modèle 1877.
VII. Artillerie russe.
VIII. Artillerie anglaise.
IX. Artillerie italienne.
X. Appareils balistiques du lieutenant-colonel Sebert.

Nancy. — Imp. Berger-Levrault et Cie.

IC DANS LES



R D'INFANT

PL. II.

oups par fusil.

couché, 2e à genou,
et 4e debout.

M. 1873-77.

D'INFANTERIE

PL. III.

as.

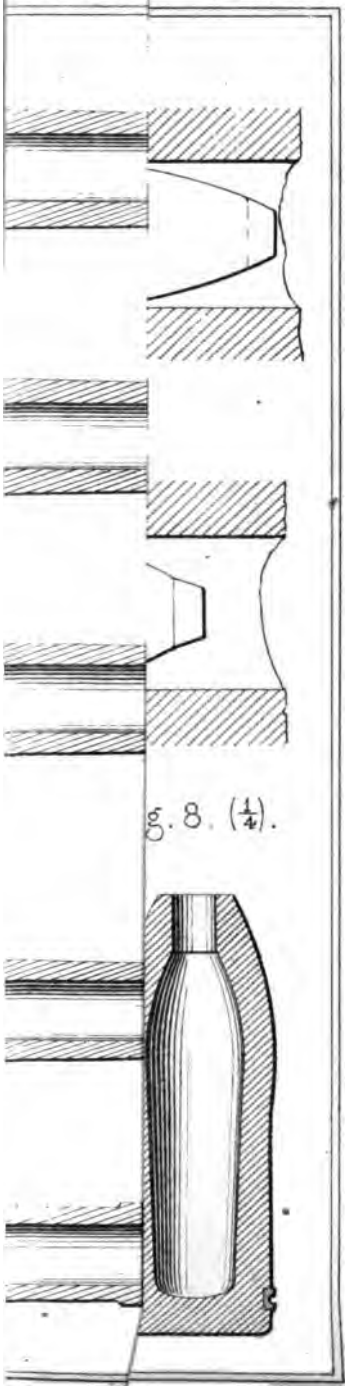
0 coups.

3-77.

Deux salves de 50 coups.

M. 1867 M. 1873-77

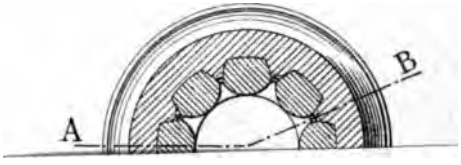
PL. V.



UNIV. OF MICH.

Obus à balles de 90mill Mle 1879.

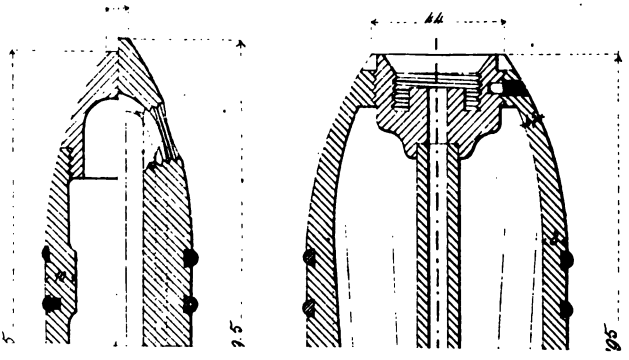
Coupe suivant CD. (2/5)



Fusée de 10 secondes ($\frac{1}{1}$).

PL. VIII.

Fig. 14.



S DU L.T CO

PL. X.

Fig. 6.

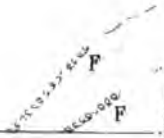


Fig. 7

UNIVERSITY OF M
3 9015 06269